

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia de Produção
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

**MODELO DE SISTEMA INTELIGENTE PARA
AUXÍLIO NA SELEÇÃO DE CONHECIMENTOS**

CLAUDIA HEIDEMANN

Florianópolis - SC
Dezembro, 1999

CLAUDIA HEIDEMANN

**MODELO DE SISTEMA INTELIGENTE PARA
AUXÍLIO NA SELEÇÃO DE CONHECIMENTOS**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Engenharia
de Produção - Universidade Federal de Santa
Catarina, como requisito para a obtenção do
grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Alejandro Martins Rodriguez, Dr.

Florianópolis – SC
Dezembro, 1999

MODELO DE SISTEMA INTELIGENTE PARA AUXÍLIO NA SELEÇÃO DE CONHECIMENTOS

Claudia Heidemann

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de "Mestre em Engenharia", especialidade Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D
Coordenador do PPGE

Banca Examinadora:

Alejandro Martins Rodriguez, Dr., Orientador

Aran Bey Tcholakian Morales, Dr.

Édis Mafra Lapolli, Dra.

*À minha mãe, Inocência, pela qual tenho
muito orgulho e admiração;
E ao meu pai, Mathias, há tempo falecido, e
por isso desencadeia uma dor chamada
saudade.*

*Agradeço a Deus, que me deu saúde e discernimento para superar
todas as dificuldades e poder concluir este trabalho;*

*Agradeço também a minha família, especialmente a minha mãe,
companheira de todas as horas, pelo amor, dedicação e apoio
constantes;*

*Ao Ricardo, meu lindo e futuro esposo, pela compreensão, carinho e
amor;*

Ao Alejandro, pela orientação dada, pela força e amizade;

*Agradeço à todas as Colegas do Mestrado, por algumas amizades
inesquecíveis onde a paciência e a compreensão nos momentos mais
difíceis, fizeram com que a comunicação entre nós se tornasse num
exercício permanente de aprendizagem*

A Elizângela, sempre prestativa, obrigada por tudo;

*Agradeço também a Laura, pela amizade, carinho e todo apoio que me
deu;*

*Exprimo meu profundo respeito à banca examinadora pela aceitação
e interesse demonstrado em analisar este trabalho;*

A Ivonete, pela ajuda na reta final;

Ao Nilson, pela ajuda prestada no desenvolvimento do protótipo;

A todos que torceram por mim e me apoiaram, muito obrigada!

“Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”.

(Paulo Freire)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos :	2
1.3 Justificativas	3
1.4 Estrutura do Trabalho.....	6
CAPÍTULO II - O PROBLEMA DA DEFINIÇÃO DOS CONTEÚDOS CURRICULARES	7
2.1 Mudanças constantes no Sistema de Ensino	9
2.2 A tendência da utilização de novas tecnologias de informação no ensino.....	13
2.2.1 INTERNET	14
2.2.2 INTERNET 2.....	17
2.2.3 PROFESSOR.....	19
2.2.4 TUTOR	21
2.3 Fatores que influenciam na autonomia dos indivíduos frente aos requisitos do sistema de ensino.....	23
2.3.1 Necessidades Particulares de cada Indivíduo	24
2.3.2 Necessidades de uma Constante Atualização	27
2.4 Conclusão	28
CAPÍTULO III - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	30
3.1 Inteligência Artificial	30
3.1.1 Origem e Evolução	30
3.1.2 Definição	31
3.2 Paradigmas da Inteligência Artificial	32
3.3 Representação do Conhecimento	35

3.3.1 Aquisição do Conhecimento.....	36
3.3.2 Formas de Representação do Conhecimento	36
Regras de Produção.....	37
Redes Semânticas.....	38
“Frames”	39
3.4 Sistemas Especialistas.....	41
3.4.1 Definição e características dos Sistemas Especialistas	42
3.4.2 Sistemas Especialistas vs. Programas Convencionais	44
3.4.3 Sistemas Especialistas e Especialistas Humanos	45
3.5 Técnicas de IA.....	47
3.5.1 Vantagens e Limitações das Ferramentas de IA.....	48
3.6 Conclusão	48
CAPÍTULO IV - MODELO PROPOSTO	50
4.1 Introdução	50
4.2 Descrição	50
4.3 Metodologia do Sistema.....	53
4.3.1 Valores dos Tópicos e Valor Final das Disciplinas.....	53
4.3.2 Averiguar Conhecimento do Aluno.....	55
4.3.3 Selecionar Disciplinas Potenciais	55
4.3.4 Eliminar Conflitos	56
4.4 Conclusão	58
CAPÍTULO V - APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	59
5.1 Introdução	59
5.2. A Shell Expert SINTA.....	59
5.3 A Aplicação	60
5.4 Conclusão	66
CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES.....	67
6.1 Considerações Finais	67
6.2 Recomendações para Trabalhos Futuros.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO.....	36
FIGURA 2 – ESTRUTURA DAS REDES SEMÂNTICAS	38
FIGURA 3 – REDES SEMÂNTICAS COM ARCOS AKO, IS_A, E HAS	39
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO USANDO “FRAMES”	40
FIGURA 5 – SISTEMAS ESPECIALISTA SÃO SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTO	42
FIGURA 6 – ELEMENTOS BÁSICOS DE UM SISTEMA ESPECIALISTA	43
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DO MODELO PROPOSTO	52
FIGURA 8: INTERFACE DE ABERTURA DO SOED.	61
FIGURA 9: TELA DE ESCOLHA DAS OPÇÕES DO ALUNO	62
FIGURA 10: TELA PARA O ALUNO SELECIONAR OS TÓPICOS QUE NÃO CONHECE	63
FIGURA 11: LISTA DE DISCIPLINAS POTENCIAIS	64
FIGURA 12: REGRAS DE PRODUÇÃO - EXSINTA.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – SISTEMAS ESPECIALISTAS VS. PROGRAMAS CONVENCIONAIS.....	44
TABELA 2 - VANTAGENS DOS SE FRENTE AO ESPECIALISTA HUMANO	46
TABELA 3 - DESVANTAGENS DOS SE FRENTE AO ESPECIALISTA HUMANO	46
TABELA 4 – TIPOS DE RACIOCÍNIO ENVOLVIDOS NAS TÉCNICAS DE IA.....	47
TABELA 5 – VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS FERRAMENTAS DE IA	48
TABELA 6 – EXEMPLO DE CONHECIMENTOS DA ÁREA INTELIGÊNCIA APLICADA	53
TABELA 7 - DISCIPLINA COM OS CONHECIMENTOS ABORDADOS E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE IMPORTÂNCIA.....	54

RESUMO

O presente trabalho procura apresentar o modelo de um sistema inteligente, para auxiliar professores e alunos na escolha de quais conhecimentos deve aprender o aluno em um determinado curso, de acordo com o seu interesse e *background*.

Inicialmente foi necessário introduzir conceitos básicos de Inteligência Artificial e suas principais ferramentas, dando uma atenção especial aos Sistemas Especialistas, técnica escolhida para o desenvolvimento do modelo, devido a sua grande capacidade de explicação na inferência feita, e a facilidade de representação dos conhecimentos, neste caso em específico.

As mudanças de paradigmas na educação são decorrentes do uso de novas tecnologias de informação, tentam modificar a forma de ensino-aprendizagem, sendo o aluno o construtor do seu próprio conhecimento, respeitando assim as necessidades e interesses individuais de cada um. Abordamos ainda a necessidade e importância de constantes atualizações dos indivíduos, devido principalmente as mudanças tecnológicas e avanços científicos que vem ocorrendo no dias atuais.

Assim, percebe-se que o modelo proposto é viável, desde que esteja adequado a estrutura da instituição de ensino que o utilizará. Contudo vale ressaltar que, o papel do professor na estrutura educacional é imprescindível, porém o educador terá que repensar sua postura diante destas novas ferramentas de trabalho, passando a ser o facilitador no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Sistema de Ensino; Sistemas Inteligentes

ABSTRACT

The present work search to present the model of an intelligent system, to aid teachers and students in the choose of which knowledge should learn the student in a determined course, in agreement with yours interest and background.

Initially it was necessary to introduce basic concepts of Artificial Intelligence and its main tools, giving a special attention to the Expert Systems, technique chosen for the development of the model, due to the your explanation capacity in the done inference, and the facility of representation of the knowledge, in this case in specific.

The changes of paradigms education in due to of the use of new technologies of information, it try to change the forme of teaching-learning, being the student the built of its own knowledge, respecting the needs and individual interests of each one. We still approached the need and importance of the individuals' bringing up to date constant, due the technological changes and scientific progresses mainly that comes happening in current days.

So, perceive that the proposed model is viable, since that is adapted the structure of the teaching institution that will use it. However it is worth to stand out that, the teacher's part in the educational structure is indispensable, even so the educator will have to rethink its attitude before these new work tools, and to become a facilitator of the teacheing-learning.

Key-words: Artificial Intelligence; Education system; Intelligent systems.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O computador surgiu da necessidade de agilizar a produção, assim como, o processamento de informações, em decorrência às mudanças econômicas, sociais e políticas. Neste sentido, diversos cientistas e estudiosos se dedicaram ao invento e criação de máquinas que realizassem cálculos e processassem informações.

Com a vertiginosa evolução e utilização das novas tecnologias de informação vem ocorrendo transformações radicais que impulsionaram as pessoas a conviverem com a idéia de aprendizagem vitalícia, sem fronteiras e sem pré-requisitos. Entretanto isto implica em novas idéias de conhecimento, de ensino e de aprendizagem, exigindo o repensar do currículo, da função da escola, do papel do professor e do aluno.

A educação com foco na formação e orientação profissional do indivíduo passa a ser um enfoque necessário as instituições de ensino, que buscam formar seus alunos dentro de currículos mais holísticos e comprometidos com a cidadania.

Neste sentido, percebemos que as características do ensino, tais como: metodologias utilizadas inadequadas; grande número de disciplinas, dificuldade para encaixar horários; tópicos repetidos em disciplinas diferentes, contribuem decisivamente para que o problema de planejamento dos conteúdos curriculares e a escolha das disciplinas a serem cursadas, se tornam uma tarefa complexa.

Com o desenvolvimento e a expansão da ciência da computação, o computador torna-se, a cada dia, uma ferramenta de trabalho mais acessível. E em algumas áreas de conhecimento, tal como a Inteligência Artificial (IA),

este conhecimento é principalmente indispensável, como auxílio na resolução de problemas complexos.

Segundo DURKIN (1994), o nascimento da IA foi marcado por um *workshop* patrocinado pela IBM, em 1956, onde os cientistas focalizavam seus esforços no sentido de discutir a respeito de como simular o raciocínio humano através do computador.

O objetivo de desenvolver modelos e sistemas de computadores capazes de emular aspectos do comportamento inteligente do ser humano, como memória, aprendizado, raciocínio dedutivo e raciocínio analógico, existe desde o surgimento dos primeiros computadores, sendo estes modelados e aperfeiçoados ao longo das últimas décadas em diferentes ferramentas da Inteligência Artificial.

Assim, o presente trabalho visa apresentar um modelo de Sistema Inteligente para auxiliar usuários/alunos e professores na tarefa de escolher quais os tópicos são necessários para que o aluno possa trabalhar na Linha de Pesquisa escolhida, levando em consideração os conhecimentos prévios deste aluno.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho constitui-se da proposta de sistemas de conhecimento, onde o aluno seja mais independente através de escolhas de tópicos que deve cursar para concluir sua grade de créditos, de acordo com os conhecimentos que já possui e sua linha de pesquisa escolhida, utilizando recursos da Inteligência Artificial.

1.2.2 Objetivos Específicos :

O modelo proposto deverá contemplar os seguintes pontos:

- verificar todos os conhecimentos necessários para se trabalhar numa determinada Linha de Pesquisa;

- averiguar o conhecimento do aluno, eliminando assim, tópicos/conhecimentos que ele já possui;
- verificar quais as disciplinas possuem estes conhecimentos, dando a elas grau de importância de acordo com o número de conhecimentos de ela possui;
- fazer restrições (eliminar ou acrescentar) disciplinas, em cima do *ranking* de disciplinas selecionadas, através de uma ferramenta de Inteligência Artificial;
- apresentar ao usuário/aluno uma lista de disciplinas, que possuem os conhecimentos (tópicos) que ele ainda não conhece e que leve em consideração sua Linha de Pesquisa.

1.3 JUSTIFICATIVAS

Um dos maiores benefícios de um sistema que integre todas as informações referentes à disciplinas, linha de pesquisa e área de concentração oferecidas no programa de pós graduação, é a constante atualização e unificação dos dados, pois quando estas informações são mantidas desconexas entre si, podem conduzir a erros de inconsistência, como por exemplo, atualização da ementa de uma disciplina.

Tendo uma base de dados configurável às necessidades da instituição de ensino, uma única alteração na mesma afeta a atualização de todas as informações, tanto para alunos como para professores e/ou público externo.

A demanda e o volume de trabalho exigido para gerenciar as atividades relacionadas com o corpo discente das instituições de ensino têm sido fatores decisivos na busca por soluções integradas de automação acadêmica.

Os recursos da informática têm-se disseminado na educação, na medida em que se verifica a tendência gradativa de incorporação das novas tecnologias da informação na sociedade atual e, em particular, as novas formas de concepção e organização do trabalho, (CASAS, 1998).

E ainda, cada vez mais as tecnologias da informática estão presentes no processo de trabalho, por isto se tornam tecnologias de apoio à

aprendizagem, e têm a potencialidade de virem a ser uma das mediações mais complexas entre educação e trabalho.

A Tecnologia Educacional fundamenta um diferente estilo educacional em busca de um novo paradigma, através do qual, o aluno tem possibilidades de desenvolver suas estruturas lógicas, seu raciocínio crítico e sua capacidade de decisão, (CAMPOS et. al., 1993).

Uma outra questão, na qual deve-se estar atento, é o surgimento de novos paradigmas no sistema educacional. Com os avanços tecnológicos, e com a utilização das tecnologias de informação no processo de ensino-aprendizagem, onde o aluno passa a ser o construtor do seu conhecimento, e o professor passa a ser o facilitador deste processo, para que os alunos trabalhem de forma independente.

De acordo com SCHANK (1995), o desenvolvimento de softwares educativos inteligentes contribuem para que o aluno construa o seu conhecimento e se sinta motivado a aprender, estimulando o seu aprendizado natural, onde o aluno deve ser motivado para esta aprendizagem, desenvolvendo o que ele mais gosta de fazer e buscando novos conhecimentos.

Segundo RAVET & LAYTE (1997), os impactos das tendências no mundo do treinamento serão surpreendentes. Simplesmente porque as pessoas necessitarão ser treinadas para tornar efetivo o uso de uma grande quantidade de tecnologia disponível, por exemplo, para explorar as oportunidades oferecidas pela Internet. Entretanto, a própria tecnologia irá se tornar um meio mais comum de distribuição para treinamento que os meios tradicionais usados. As pessoas poderão adquirir maior responsabilidade pessoal em seus aprendizados, e mais a alta qualidade de informações será publicamente acessível.

LÉVY (1996), definiu a atual era das tecnologias da informação e comunicação como uma era posterior à da tecnologia da oralidade e da escrita. Esta nova era impõe uma nova forma de existir no mundo, gerando novas formas culturais, que vêm substituindo princípios, valores, processos,

produtos e instrumentos tecnológicos que mediam a ação do ser humano com o meio.

No contexto desta profusão de mídias, a massificação e personalização da informação e a popularização do computador pessoal, torna-se essencial reconhecer o potencial didático-pedagógico na utilização das diferentes mídias para o processo ensino-aprendizagem. No entanto, as instituições educacionais tem que estar se apropriando e incorporando os avanços destas tecnologias na prática educativa de uma forma adequada, eficaz e com qualidade, pois ao contrário se desatualizaram.

Com o desenvolvimento de um modelo inteligente que auxilie na escolha dos conhecimentos necessários para o aluno adquirir, podemos perceber que, a sua produtividade, em todos aspectos tende a melhorar. Como, por exemplo, volume de produção e atividades de pesquisa e extensão, atingem um maior contingente e uma melhor formação do aluno.

Assim não se substituiria, mas se auxiliaria o papel do professor orientador, diminuindo sua carga de trabalho e aumentando a eficiência nas orientações prestadas.

Com o auxílio das técnicas de Inteligência Artificial, registrando dados ou informações sobre cada usuário um sistema com IA pode personalizar abordagens, graus de dificuldade ou facilidade, histórico e tendências, etc. A personalização, os estudos e as experiências com linguagens, formas, métodos de estruturação, resolução, avaliação e processos, utilizando a IA, ou os programas que a utilizam, tornam a atividade educacional mais produtiva, pois pode-se tratar cada educador ou educando de modo mais individual, com um investimento de tempo administrável e otimização de recursos.

A utilização de técnicas de Inteligência Artificial, em geral, proporciona benefícios muito importantes: um deles é o de captar para dentro de um sistema, o “*know-how*” de um ou mais especialistas. O especialista adquire conhecimento partindo de um aprendizado formal teórico e, agregado à esta experiência, modela o conhecimento até se tornar um especialista, baseado nas limitações das experiências vivenciadas. Sendo assim o poder de agregar experiências de vários especialistas, torna-se então, um dos grande benefícios da Inteligência Artificial.

Neste caso específico, utilizando-se a representação do conhecimento, podemos informatizar de maneira inteligente, a operacionalização das consultas por quais conhecimentos o usuário/aluno ainda deve adquirir, visto que, pode-se considerar quais os objetivos do aluno, e qual o seu *background*.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos.

No capítulo I é realizado a introdução geral do trabalho.

No capítulo II é apresentada as características do sistema de ensino atual, enfatizando a tendência da utilização de novas tecnologias de informação na educação, e o ensino cada vez mais individualizado e permanente.

O Capítulo III realiza uma revisão de literatura das técnicas de Inteligência Artificial, enfocando Representação de Conhecimento, seguido de Sistemas Especialistas discutindo suas características e funções básicas.

No Capítulo IV é apresentado o modelo proposto, com suas funções e características.

No Capítulo V é feita a descrição e apresentação da aplicação do modelo.

O Capítulo VI apresenta as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

Finalmente, são apresentadas as Referências Bibliográficas.

CAPÍTULO II

O PROBLEMA DA DEFINIÇÃO DOS CONTEÚDOS CURRICULARES

O planejamento de currículos está diretamente ligado ao papel que a escola deve assumir perante os alunos, os educadores, os funcionários, os pais e a sociedade em seu todo. Esse papel implica em assumir compromissos sociais e políticos, lidar principalmente com questões relacionadas com o processo de transmissão-assimilação e produção do conhecimento.

Planejar currículo implica tomar decisões educacionais, em compreender as concepções curriculares existentes, que envolvem uma visão de sociedade, de educação e do homem que se pretende formar.

CORDEIRO (1999), afirma que, a estrutura curricular deve expressar os objetivos de formação de um profissional que esteja apto para responder aos anseios da sociedade quanto à solução dos seus problemas.

Segundo SANTOMÉ (1998), o currículo pode ser organizado não só em torno de disciplinas, como costuma ser feito, mas de núcleos que ultrapassam os limites das disciplinas, centrados em temas, problemas, tópicos, instituições, períodos históricos, espaços geográficos, grupos humanos, idéias, etc.... Tratando assim de cursos nos quais os alunos seriam obrigados a manejar referências teóricas, conceitos, procedimentos, habilidades de diferentes disciplinas, para compreender ou solucionar questões e problemas propostos, compreendendo assim como se elabora, produz e transforma o conhecimento, bem como as dimensões éticas inerentes a essa tarefa.. Refletindo num objetivo educacional tão definitivo como é o “aprender a aprender”.

Algo que está caracterizando a educação obrigatória em todos os países, é o seu interesse em obter uma integração de campos de conhecimento e experiência que facilitem uma compreensão mais reflexiva e

crítica da realidade, bem como se elabora, produz e transforma o conhecimento.

Como afirma DIMENSTIEN (1999), estabelecida pela nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB), a proposta de dar flexibilidade aos currículos oferece às instituições mais autonomia para decidir o conteúdo dos cursos. O objetivo é permitir que se possa adaptar à rapidez das transformações tecnológicas e possibilitar a existência de cursos voltados para necessidades regionais ou nichos do mercado de trabalho. A idéia proposta pela LDB é abrir espaço para cursos com diferentes perfis, alguns mais dirigidos à pesquisa, outros à profissionalização.

Segundo SILVA *apud* Dimenstien (1999), porém, o que ocorre é que as comissões de especialistas, compostas basicamente por docentes indicados pelas universidades federais (que ocupam cerca de 80% de seus assentos), acabam por impor seu modelo de graduação - dirigida para a pesquisa - a todas as instituições de ensino superior do País.

Assim, SANTOMÉ (1998), defende o currículo globalizado e interdisciplinar, capaz de agrupar uma ampla variedade de práticas educacionais desenvolvidas em sala de aula.

As instituições educacionais enfrentam também o desafio de incorporar novas tecnologias de informação como conteúdos do ensino, e ainda reconhecer que a partir das concepções que o aprendiz têm, desenvolver uma disposição reflexiva sobre os conhecimentos e os usos tecnológicos.

De fato a evolução tecnológica tem se desenvolvido com extrema rapidez, o que faz com que os responsáveis pelo ensino tenham que estar acompanhando atentamente essas transformações. Existe a necessidade de mudanças curriculares para se efetuar essa atualização? O que se espera do futuro profissional? Quais as ferramentas que devem ser colocadas à disposição do aluno para que ele atinja a maturidade e conhecimentos necessários? Como deve estar preparado o professor para que esse aluno possa receber as informações pertinentes? (CORDEIRO, 1999).

O ensino de qualidade que a sociedade demanda atualmente, expressa-se como a possibilidade de o sistema educacional vir a propor uma prática educativa adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e

culturais da realidade brasileira, que considere os interesses e as motivações dos alunos e garanta as aprendizagens essenciais para a formação de cidadãos autônomos, críticos, e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem.

Necessitamos urgente de escolas que acabem com o ensino fragmentado em disciplinas isoladas e sem sentido, caminhando em direção a didáticas mais abrangentes e com conteúdos vivos e próximos da realidade dos alunos.

2.1 MUDANÇAS CONSTANTES NO SISTEMA DE ENSINO

As tendências pedagógicas que se firmam nas escolas brasileiras, na maioria dos casos não aparecem em forma pura, mas com características particulares, muitas vezes mesclando aspectos de mais de uma linha pedagógica.

De acordo com BRASIL (1997), pode-se identificar na tradição pedagógica brasileira, a presença de quatro grandes tendências: a tradicional, a renovada, a tecnicista e aquelas marcadas centralmente por preocupações sociais e políticas.

Os grandes traços que tentam recuperar os pontos mais significativos de cada proposta pedagógica, serão sintetizados a seguir, não ignorando o risco de uma certa redução das concepções, tendo em vista uma breve exposição das propostas pedagógicas.

A “pedagogia tradicional”, é uma proposta de educação centrada no professor, cuja função se define como a de vigiar e aconselhar os alunos, corrigir e ensinar a matéria.

Nesse modelo, a escola se caracteriza pela postura conservadora. O professor é visto como a autoridade máxima, um organizador de conteúdos e estratégias de ensino e, portanto, o guia exclusivo do processo educativo.

Já a “pedagogia renovada” é uma concepção que inclui várias correntes, de uma forma ou de outra, estão ligadas ao movimento da Escola Nova ou Escola Ativa. Tais correntes, embora admitam divergências, assumem um mesmo princípio norteador de valorização do indivíduo como ser livre, ativo e social. O centro da atividade escolar não é o professor, nem

os conteúdos disciplinares, mas sim o aluno, como ser ativo e curioso. O mais importante não é o ensino, mas o processo de aprendizagem.

CASAS (1998), nos cita a teoria pedagógica de Freire que busca uma educação construída sobre a idéia de um diálogo entre educador e educando, onde há sempre partes de cada um no outro, não poderia começar com o educador trazendo tudo pronto do seu mundo, do seu saber, o seu método de ensino e o material para as suas aulas baseados na sua cultura e valores. Dentro desta concepção é que um dos pressupostos do método se fundamenta na idéia de que ninguém educa ninguém e ninguém se educa sozinho.

Assim o professor passa a ser visto como um facilitador no processo de busca de conhecimento, que deve partir do aluno.

Segundo BRASIL (1997), a idéia de um ensino guiado pelo interesse dos alunos acabou, em muitos casos, por desconsiderar a necessidade de um trabalho planejado perdendo-se de vista o que deve ser ensinado e aprendido. Esta tendência teve grande penetração no Brasil na década de 30, influenciando até hoje muitas práticas pedagógicas.

Nos anos 70 proliferou o que se chamou de “tecnicismo educacional”, inspirado nas teorias behavioristas da aprendizagem e da abordagem sistêmica do ensino, que definiu uma prática pedagógica altamente controlada e dirigida pelo professor, com atividades mecânicas inseridas numa proposta educacional rígida.

O que é valorizado nesta perspectiva não é o professor, mas a tecnologia; o professor passa a ser um mero especialista na aplicação de manuais e sua criatividade fica restrita aos limites possíveis e estreitos da técnica utilizada. A função do aluno é reduzida a um indivíduo que reage aos estímulos de forma a corresponder às respostas esperadas pela escola, para ter êxito e avançar, seus interesses e seu processo particular não são considerados.

Para CASAS (1998), o exemplo mais característico desta corrente é a teoria de aprendizagem desenvolvida por Skinner, onde a ênfase é dada à questão do controle do comportamento pelos reforços que ocorrem com a resposta ou após a mesma com o propósito de atingir metas específicas ou definir comportamentos manifestos.

O tecnicismo está até hoje presente em muitos materiais didáticos com caráter estritamente técnico e instrumental.

A “pedagogia libertadora” ressurgia no início dos anos 80, tendo suas origens nos movimentos de educação popular que ocorreram no final dos anos 50 e início dos anos 60, quando foram interrompidos pelo golpe militar de 1964. Nesta proposta, a atividade escolar pauta-se em discussões de temas sociais e políticos e em ações sobre a realidade social imediata. O professor é um coordenador de atividades que organiza e atua conjuntamente com os alunos a construção de uma consciência crítica e reflexiva.

A “pedagogia crítico-social dos conteúdos” que surge no final dos anos 70 e início dos 80 se põe como uma reação de alguns educadores que não aceitam a pouca relevância que a pedagogia libertadora dá ao aprendizado, chamado “saber elaborado”, historicamente acumulado, que constitui parte do acervo cultural da humanidade. Entende que não basta ter como conteúdo escolar as questões sociais atuais, mas que é necessário que se tenha domínio de conhecimentos, habilidades e capacidades mais amplas para que os alunos possam interpretar suas experiências de vida e defender seus interesses de classe.

Essas tendências pedagógicas que marcam a tradição educacional brasileira de maneiras diferentes contribuem para uma proposta atual que busque recuperar aspectos positivos das práticas anteriores em relação ao processo de ensino-aprendizagem.

“Um sistema educacional é criado e modificado com o propósito de contribuir com uma capacitação de meninos e meninas para assumir responsabilidades e para poder serem pessoas autônomas, solidárias e democráticas.”
(SANTOMÉ, 1998)

Portanto, é preciso mais do que nunca que se pense numa escola onde a prática pedagógica não seja tão conservadora, e ao mesmo tempo nem tão libertária ou não-diretiva. Deverá existir aí um meio termo, uma escola, por exemplo, onde o objetivo não seja o simples fato de se transmitir informações aos alunos, mas aquela onde se questione e se reflète sobre a formação do homem. Formação esta, que deverá fornecer subsídios para

que o mesmo, seja capaz de viver numa realidade imprevisível dentro de uma sociedade cheia de transformações. Neste sentido, a tarefa do professor é bem mais ampla e complexa, exigindo do mesmo uma nova postura frente aos seus alunos.

SANTOMÉ (1998), nos coloca ainda que, uma das características que distinguem o século XX é a freqüente reorganização do conhecimento. Tendências a maiores parcelas de especialização e propensões a uma maior unificação do saber são os pólos entre os quais oscila a construção e difusão do conhecimento.

A informática representa hoje, segundo LÉVY (1996), uma modificação da coletividade cognitiva, implicando novas analogias e classificações, novos mundos práticos, sociais e cognitivos. Portanto, tudo indica que a inteligência e não as matérias-primas constituem a chave do futuro. Daí, a importância de um sistema educacional forte, sólido, de uma adequada política científica e tecnológica, onde a educação nutrirá a ciência e a tecnologia dos recursos humanos necessários para o crescimento econômico e social do país.

Com isto, pode-se observar que nas últimas décadas surgiu com muito vigor equipes de pesquisa interdisciplinares, que hoje em dia são uma realidade nos institutos, centros e fundações de estudo e pesquisa interdisciplinares, cujo objetivo é tratar de compreender e solucionar problemas significativos, que exigem esforço conjunto de vários campos de conhecimento e pesquisa.

Atualmente, o processo educacional está procurando novos métodos de ensino e aprendizagem. A questão é tentar reduzir a distância entre o conhecimento que um currículo tradicional acredita ser importante, e o conhecimento que os estudantes acreditam ser importante, (McArthur *et al.* *apud* COSTA, 1999).

Necessita-se urgente de escolas que acabem com o ensino fragmentado em disciplinas isoladas e sem sentido, caminhando em direção a didáticas mais abrangentes e com conteúdos vivos e próximos da realidade dos alunos.

2.2 A TENDÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO ENSINO

As transformações sociais, econômicas e tecnológicas impõem novas formas de ensinar e aprender.

Elas tem proporcionado um grande avanço tanto nos negócios quanto na vida acadêmica, minimizando as barreiras de hora e local, e tornando-se cada vez mais viável, eficaz e dinâmico.

Muitas das reformas propostas para a educação tem na interatividade seu núcleo, para permitir ao aluno ser construtor do seu conhecimento.

A tendência do uso de novas tecnologias de informação tende a ser cada vez maior. Com o advento da Internet temos cada vez mais, interatividade, mobilidade, conversatilidade, interconectividade, globalização e velocidade.

A realidade das escolas hoje é bem diferente de dez anos atrás, a informática não deve continuar restrita a professores especialistas e sim abranger toda a grade curricular.

Professores e alunos já habituados a um mundo eletrônico (videogames, videocassetes, microondas, etc.) se ressentem da falta dessa tecnologia no dia a dia da sala de aula, disponível para qualquer disciplina e integrada a qualquer conteúdo curricular. Diante da rápida evolução tecnológica, nos deparamos frente a situações novas que nos exigem soluções criativas e inovadoras.

A utilização das novas tecnologias na escola contribui para o enriquecimento do processo ensino-aprendizagem, favorecendo uma participação ativa, crítica e criativa dos alunos, de modo que eles estejam aptos para enfrentar a sociedade do futuro.

Apoiar a introdução de novas tecnologias dentro de um projeto pedagógico inovador, para MORAN (1993), facilita o processo de ensino-aprendizagem.

O avanço da tecnologia propicia a ampliação das atividades acadêmicas, porque os recursos da informática e microeletrônica, em geral, permitem a comunicação a distância com rapidez e confiabilidade.

Assim, é necessário hoje, rever paradigmas educacionais visando modernizar o processo de ensino-aprendizagem, buscando preparar os profissionais para o futuro, dando ênfase no auto-aprendizado.

“O computador apresenta recursos importantes para auxiliar o processo de transformação da escola – a criação de ambientes de aprendizagem que enfatizam a construção do conhecimento e não a instrução.”
(VALENTE, 1995 p.41)

Portanto, é preciso integrar novas tecnologias as instituições educacionais, devendo ser transformado o papel das novas tecnologias integrando-as as práticas pedagógicas.

Percebe-se que estas novas tecnologias melhoram consideravelmente o acesso a recursos de aprendizado e oferecem novas e potenciais maneiras de conexão entre aprendizes e professores.

De acordo com PASSARELLI (1993), os novos paradigmas para a educação contemplam a inserção de novas tecnologias em ambientes de ensino-aprendizagem para privilegiar a obtenção e organização do conhecimento, para possibilitar ao aluno uma visão global do mundo, valorizando a inovação e a descoberta como etapas fundamentais do processo de aprendizagem.

2.2.1 INTERNET

A Internet constitui-se em um conjunto de tecnologias da informação de maior crescimento e impacto no ambiente acadêmico.

O crescimento e acesso à informação propiciado pela rede Internet pode modificar a forma como funciona a atividade acadêmica. Sua difusão no meio acadêmico é significativa, pois está presente praticamente em todas as Universidades de países mais desenvolvidos, (RAMOS, 1997).

Pode-se definir Internet como uma rede de redes, ligando computadores no mundo todo. Iniciando um novo conceito na comunicação, possibilitando a transmissão de textos, arquivos, imagens e sons, com um custo muito acessível, onde a comunicação pode ser síncrona ou assíncrona.

Possibilita ir além da emissão e recepção de dados, proporcionando interatividade entre usuários de diferentes origens e culturas, é a tecnologia de informação da relação e interatividade.

Segundo Ravet e Layte *apud* RODRIGUES (1998), a Internet é:

- Uma grande quantidade de informação disponível na ponta dos nossos dedos: milhões de páginas de textos e gráficos, mas também som, vídeo, animação, simulação e programas de computador que podem ser puxados da rede para cada computador com um click do mouse;
- Informação distribuída: nós podemos comunicar, co-produzir, cooperar, co-aprender, interagir;
- Informação em tempo real: a distribuição da informação é imediata.
- Simulação distribuída também é possível, várias pessoas participando de uma simulação de locais diferentes.

A Internet é uma tecnologia aberta, que requer autonomia, que não prevê cerceamento, é um meio que se propõe a ser ilimitado.

Conforme Reinhardt *apud* BARUFFI (1998), ao contrário de um caminho de mão única, como a TV, em que o professor e os teleouvintes/alunos são passivos, as novas técnicas como a Internet, constitui-se um conjunto de duas vias, cooperativo e interdisciplinar.

A Internet ajuda a desenvolver a intuição, a flexibilidade mental, a adaptação a ritmos diferentes, onde permite a pesquisa individual, em que cada aluno vai ao seu ritmo. E a pesquisa em grupo, em que se desenvolve a aprendizagem colaborativa. É uma tecnologia que facilita a motivação dos alunos, pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece.

Bill Gates, da empresa Microsoft, por exemplo, acredita que até mesmo os grandes educadores sempre souberam que aprender não é algo que se faz apenas dentro de uma sala de aula ou sob a supervisão de professores. Hoje, segundo GATES (1995), para quem quer satisfazer uma curiosidade ou resolver dúvidas é deveras difícil encontrar a informação apropriada. Portanto, ele acredita que a Internet, também chamada de super-estrada da informação, dará a todos acesso a informações aparentemente ilimitadas, a qualquer momento e a qualquer lugar que queiramos. Daí, Gates

afirma ser esta uma perspectiva animadora, pois colocar essa tecnologia a serviço da educação resultará em benefício para toda a sociedade.

Segundo Oliver *et al. apud* COSTA (1999), a Internet oferece a oportunidade para o desenvolvimento de ambientes de aprendizado que conectam estudantes de forma individual em comunidades virtuais compartilhando uma meta de aprendizado comum. Estes ambientes habilitam os estudantes a compartilhar recursos e materiais que vem a ser o produto do aprendizado.

Com a chegada da Internet nos defrontamos com novas possibilidades, desafios e incertezas no processo de ensino-aprendizagem.

OLIVER *et al.* (1997), apresentam que a Internet oferece a oportunidade para o desenvolvimento de ambientes de aprendizado que conectam estudantes de forma individual em comunidades virtuais compartilhando uma meta de aprendizado comum. Estes ambientes habilitam os estudantes a compartilhar recursos e materiais que vem a ser o produto do aprendizado.

MORAN (1997), nos diz que, não podemos esperar das redes eletrônicas a solução mágica para modificar profundamente a relação pedagógica, mas vão facilitar como nunca antes a pesquisa individual e em grupo, o intercâmbio de professores com professores, de alunos com alunos, de professores com alunos.

A Internet propicia a troca de experiências, de dúvidas, de materiais, as trocas pessoais, tanto de quem está perto como longe geograficamente. Ela pode ainda ajudar o professor a preparar melhor a sua aula, a ampliar as formas de lecionar, a modificar o processo de avaliação e de comunicação com o aluno e com os seus colegas.

Resumindo, podemos perceber que a Internet utilizada para fins educacionais implica em:

- Modificar a forma de ensinar, promovendo um ensino compartilhado, onde o aluno é sempre um indivíduo participante e o professor sempre um auxiliar na aquisição do conhecimento.
- Educar para a autonomia e para cooperação, combinando equilibradamente a interação e a interiorização.

- Ensinar de formas diferentes aos alunos diferentes. Não podemos dar aulas da mesma forma para alunos e grupos de diferentes motivações.
- Transformar a aula em pesquisa e comunicação contínuas.
- Coordenar a pesquisa e comunicação, mostrando os resultados das descobertas dos alunos, socializando, problematizando e contextualizando as dúvidas.
- Ficar atento mais às possibilidades do que aos limites, através do compartilhamento.
- Ajudar o aluno a navegar entre tantas e tão desconhecidas informações, transformar a informação em conhecimento e transformar o conhecimento em sabedoria.
- Utilizar o processo constante da interação, expressando-se de forma integrada em várias mídias.
- Avaliar de forma mais flexível e intuitiva o desempenho de cada aluno, considerando os vários ritmos.

A Internet não deve substituir a lousa, biblioteca, sala de vídeo ou qualquer outro meio de ensino, mas sim ser um instrumento a mais, conhecido e manipulado com cuidado e ciência.

2.2.2 INTERNET 2

A Internet 2 (I2) é uma iniciativa norte-americana, voltada para o desenvolvimento de tecnologias e aplicações avançadas de redes Internet, para a comunidade acadêmica e de pesquisa. (MCT/CNPq, 1999).

Com o surgimento da I2 a rede Internet ganha melhorias significantes em termos de segurança, taxas de transmissão e uma grande variedade de novas aplicações.

Segundo SANTOS (1999), as diferenças básicas entre a Internet e a I2 são as aplicações e a velocidade. A velocidade na I2 é muito maior, permitindo execução de aplicações que na Internet atual não seria possível. Por exemplo: a transmissão de vídeo com boa definição, igual a TV Broadcast (a TV comercial que assistimos), com a tela inteira de um PC e com 30 quadros por segundo.

O ensino superior está enfrentando alguns desafios significantes em termo de crescimento de população e demanda para a indústria, tendo que produzir profissionais mais qualificados nas mais diversas áreas.

Uma rede avançada como a I2 pode ajudar o ensino superior a enfrentar estes desafios. Utilizando para isto vídeo e áudio em tempo real, *multicasting*, e serviços de alta qualidade podem alargar a comunicação e a colaboração entre universidades, estudantes e pesquisadores através da rede. Essas ferramentas não só aumentarão métodos de ensino tradicional e pesquisa, como também elas poderão ser uma parte de uma universidade “virtual” capaz de reunir necessidades diversas e de expandir e variar em alguns casos o corpo discente das universidades.

De acordo com a Rede Nacional de Pesquisa - MCT/CNPq (1999), diversas aplicações para redes de alta velocidade estão sendo desenvolvidas na I2, sendo que muitas delas já se encontram em fase de teste. No momento, algumas das principais linhas de pesquisa desenvolvidas para a aplicação de serviços em rede de alto desempenho são:

- bibliotecas digitais, com capacidade de reprodução de imagens de áudio e vídeo de alto fidelidade;
- ambientes colaborativos que englobam laboratórios virtuais com instrumentação remota; desenvolvimento de tecnologias para debates virtuais em tempo real e com a utilização de recursos multimídia;
- novas formas de trabalho em grupo, com desenvolvimento de tecnologia de presença virtual e colaboração em 3D
- projeção de telas de computadores em três dimensões.

Muitas características da I2 contribuem para a melhoria no ensino, como por exemplo, videoconferencia e *chat* se transformarão em “teleimersão” onde o aluno entra em mundos virtuais completamente tridimensionais para interagir fisicamente e em tempo real com outros alunos e professores. Os alunos poderão ainda assistir aulas de qualquer lugar em qualquer universidade do mundo.

2.2.3 PROFESSOR

O Professor Paulo FREIRE (1988); ao criticar a concepção da educação tradicional, a qual chama de concepção *bancária* de educação, diz que neste tipo de concepção, “ *o educador é o que educa, é o que pensa, é o que sabe, é o que diz a palavra, é o que disciplina, é o que escolhe o conteúdo programático, é o que avalia, é o que atua.*” A relação professor-aluno atualmente, ainda é baseada em grande parte na transmissão vertical do conhecimento, através de aulas expositivas, com pouca utilização de recursos e materiais didáticos, tendo na voz, no giz, no quadro negro e na apostila seus principais apoios pedagógicos.

De um modo geral, na escola brasileira, eventualmente se utiliza um retroprojektor ou um vídeo, apesar de muitas escolas possuírem estes equipamentos. O aluno dentro desta concepção, é visto como platéia, o ensino como reprodução de conhecimento e a informação verticalizada como a pratica de ensino e assimilação.

Com isto percebemos que, a mudança de paradigma, tanto para professor quanto para os alunos, cria novas necessidades de reciclagem no modelo de ensino formal.

Com o advento de tantas tecnologias para o auxílio do professor em sala de aula, seu papel também está mudando. Conforme MORAN (1997):

"o papel do professor não é o de somente coletar informação, mas de trabalhá-la de escolhê-la, confrontando visões, metodologias e resultados. O professor não é o "informador", mas o coordenador do processo de ensino-aprendizagem. Estimula, acompanha a pesquisa, debate os resultados".

Podemos dizer ainda que, o papel do professor não é de divulgar informações, mas sim possibilitar, *"a construção de modos criativos de conhecimento usando as múltiplas e variadas modalidades de informações já disponíveis"*. (Maraschin *apud* NACCARI, 1997)

O professor, do final do século, deve saber orientar os educandos sobre: onde colher a informação, como tratar essa informação, como utilizar a

informação obtida. Esse educador será o encaminhador da auto formação e o conselheiro da aprendizagem dos alunos, ora estimulando o trabalho individual, ora apoiando o trabalho de pequenos grupos reunidos por área de interesse.

Precisa também ser capacitado para assumir o papel de facilitador na construção do conhecimento pelo aluno e não mais o de “entregador” da informação. Para isto ele deve ser capacitado, tendo domínio tecnológico, tanto na parte de softwares quanto no aspecto de interação do computador nas atividades de sua disciplina.

Na perspectiva transformadora de uso do computador e de novas tecnologias na educação, a atuação do professor não se limita a fornecer informações aos alunos. Cabe ao professor assumir a mediação das interações professor-aluno-computador de modo que o aluno possa construir o seu conhecimento em um ambiente desafiador, onde o computador auxilia o professor a promover o desenvolvimento da autonomia, da criatividade, da crítica e da auto-estima do aluno.

“O aluno deixa de ser o receptor de informações para tornar-se o responsável pela aquisição de seu conhecimento, usando o computador para buscar, selecionar e inter-relacionar informações significativas na exploração, reflexão, representação e depuração de suas próprias idéias segundo seu estilo de pensamento,” (ALMEIDA, 1999).

De acordo com um estudo extensivo do uso de novas tecnologias em sala de aula, o professor se depara com a necessidade de aprender novas formas de passar a informação e também passa a compreender que não é o único que pode informar, mas percebe que o próprio aluno deve ser estimulado e incentivado para buscar o aprendizado, (SANDHOLTZ *et. al.*, 1997).

2.2.4 TUTOR

Os tutoriais constituem uma das mais recentes tecnologias para a integração e contextualização do saber. É uma das ferramentas mais poderosas nos processos de construção de aprendizagem.

Os sistemas tutoriais estão evoluindo numa participação mais ativa no processo de aprendizagem, fornecendo um ensinamento mais individualizado ao aluno.

Conforme COSTA (1999), temos os tutoriais chamados inteligentes, onde os primeiros sistemas voltados para o ensino através do computador são os treinamentos baseados em computador (CBT – *Computer-Based Training*) e instrução baseada em computador (CAI – *Computer Assisted Instructional*), nestes casos, a proposta era apresentar um problema ao estudante, registrar a resposta e avaliar seu desempenho. Segundo (BECK *et al. apud* COSTA (1999)), as decisões sobre como o estudante deveria navegar através do material era baseada em árvores de decisão. A seqüência de perguntas e respostas era dirigida pelos acertos e erros dos estudantes, não sendo consideradas suas habilidades individuais.

Enquanto o CBT e CAI podem ser parcialmente efetivos em ajudar os estudantes, eles não fornecem o mesmo tipo de atenção individualizada que pode ser oferecida por um tutor humano. Assim surgiu uma nova proposta de sistema: os sistemas tutores inteligentes (ITS – *Intelligent Tutoring Systems*).

Segundo COSTA (1999), os sistemas ITS oferecem considerável flexibilidade na apresentação do material e uma maior habilidade para responder às necessidades do usuário. Eles procuram não apenas ensinar, mas como ensinar, aprendendo informações relevantes sobre o estudante, proporcionando um aprendizado individualizado.

CHAIBEN (1999), nos diz que, uma das principais motivações para as pesquisas em Inteligência Artificial na Educação (“AI-ED” do inglês “**A**rtificial **I**ntelligence in **E**ducation”), é o desenvolvimento de princípios, pelos quais os ambientes de aprendizagem computacionais possam ser concebidos como lugares onde os estudantes possam ter experiências de aprendizagem individualizadas, isto é, experiências que sejam fundamentais e benéficas

para eles, sem importar suas diferenças individuais, experiências anteriores, ou outras situações cognitivas.

Assim, pela modelagem do estudante, estes sistemas podem *personalizar a instrução*, compatibilizando a apresentação com o nível de conhecimento do estudante e com o seu índice de aprendizagem. Portanto, a maioria destes sistemas apresenta métodos educacionais que proporcionam uma forma de descoberta *centrada no estudante*, e os diálogos tutoriais são basicamente determinados pelo conhecimento conceitual e pelo comportamento de aprendizagem do estudante.

De acordo com VALENTE (1995), os tutoriais enfatizam a apresentação de lições ou a explicação da informação. Cabe ao professor interagir com o aluno e criar condições para leva-lo ao nível de compreensão, como por exemplo, propor problemas para serem resolvidos e verificar se o mesmo foi resolvido de maneira correta. Ele deve ainda criar situações para o aluno manipular as informações recebidas, de modo que, ela possa ser transformada em conhecimento.

Com isto podemos perceber que, o uso de meios tecnológicos no ensino, incluindo os computadores, não garante por si que os alunos desenvolvam estratégias para aprender a aprender, nem incentivam o desenvolvimento das habilidades cognitivas de ordem superior. A qualidade educativa destes meios de ensino depende, mais do que de suas características técnicas, do uso ou exploração didático que o professor realize e do contexto em que se desenvolve.

A utilização das nova tecnologias de informação como recurso didático pode melhorar a aprendizagem sempre que se analise com critérios pedagógicos:

- o aproveitamento que se faz das características próprias da ferramenta informática;
- a capacidade de interação aluno/informação;
- a possibilidade de individualização, isto é, que os programas levem em conta as características individuais dos alunos;
- a capacidade de retroalimentar a aprendizagem dos alunos;
- possibilidade da pesquisa, da aprendizagem por descoberta e a recriação dos conhecimentos.

O fundamental, nesse novo cenário que estamos alcançando, é que a tecnologia da informação seja colocada a serviço do homem, da verdade, da ética, e que ela funcione como um instrumento capaz de fazer com que a humanidade se desenvolva e que esse desenvolvimento se traduza em bem-estar generalizado, em elevação do nível da qualidade de vida das pessoas.

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA AUTONOMIA DOS INDIVÍDUOS FRENTE AOS REQUISITOS DO SISTEMA DE ENSINO

Segundo SCHANK (1995), o primeiro passo para mudar o atual sistema de ensino das escolas convencionais, que obrigam crianças, que são tão diferentes umas das outras, a estudar a mesma coisa, no mesmo livro, na mesma página, na mesma hora é preciso descartar os currículos escolares tradicionais. Diz ainda que as crianças devem aprender fazendo, cada um de acordo com os seus próprios interesses, no seu ritmo individual. Sendo um aprendizado *just-in-time*, personalizado.

Com o uso da tecnologia no ensino, Schank nos mostra que a criança em frente ao micro e softwares educativos de alta qualidade poderia aprender estimulada por suas próprias experiências, através de simulações multimídia. A curiosidade do aluno seria o motor de seu aprendizado. Professores eletrônicos estariam à mão, dentro das máquinas, à disposição dos estudantes.

Seguindo esta linha de pensamento o pesquisador Roger Schank tem desenvolvido softwares educativos com metodologias que estão preocupadas em que o aluno construa o seu conhecimento e se sinta motivado em aprender. Ele desenvolveu o que chama de arquiteturas de aprendizado que se adaptam a um aprendizado natural sempre procurando estimular as maneiras como se pode aprender por si só.

E dentro deste contexto SCHANK (1997), apresenta cinco arquiteturas de ensino, que são:

- aprender fazendo, baseado em simulações; esta arquitetura faz com que o aluno adquira habilidades através do aprendizado, executando uma tarefa simulada retêm a forma de execução podendo transferir esse conhecimento para tarefas na vida real.
- aprendizado incidental; é aquele onde todo o contexto está voltado para o resultado da tarefa.
- aprendizado por reflexão; tem como proposta aguçar a reflexão do aluno sobre algo que ele esteja desenvolvendo, estudando, ou que tenha interesse em saber.
- ensino baseado em casos; toma como primícia o conhecimento anterior que todos temos quando realizamos determinadas tarefas.
- aprendizado por exploração; tem por finalidade aguçar o raciocínio do aluno mostrando-lhe novas formas de realização do problema e não lhe fornecer a resposta pronta.

Cada uma dessas arquiteturas se aplica a um processo maior, que é o estímulo do aprendizado natural, onde existe a preocupação em que o aluno desenvolva o seu aprendizado em cima do que ele mais gosta de fazer, podendo incentivá-lo a ir buscar mais conhecimento, questionamentos, buscar respostas, e daí sim sem dúvida ser o construtor do seu próprio conhecimento.

2.3.1 Necessidades Particulares de cada Indivíduo

“É importante educar para a autonomia, para que cada um encontre o seu próprio ritmo de aprendizagem.”
MORAN, 1999

Conforme LEITE *et al* (1998), num processo de sistema de ensino independente, além da separação física entre professor e aluno, outros elementos podem contribuir como:

- estudo ativo;
- técnicas de ensino variadas, compatíveis com os objetivos e conteúdos;
- respeito ao ritmo de aprendizagem do aluno;
- diversidade de atividade para aprendizagem de um mesmo conteúdo, afim de oferecer alternativas de estudo;

- flexibilidade, permitindo mudanças no decorrer do processo, tanto ao professor quanto para o aluno.

SCHANK (1995), nos coloca que, um currículo deve ser individualizado, deve ser construído ao redor da compreensão de situações que um estudante em particular poderá querer ser ou fazer, ou ainda habilidades que ele requererá em determinadas situações.

O mais novo paradigma educacional sugere que a escola seja um ambiente especialmente criado para aprendizagem, um lugar com os mais variados recursos, onde os alunos podem construir os seus conhecimentos segundo os estilos individuais de aprendizagem. Além de motivar de maneira mais estimulante, a aquisição do conhecimento do aluno, dando ênfase para a capacidade do aluno de pensar e de se expressar claramente, de solucionar problemas e tomar decisões adequadamente. Assim teremos um currículo que reconhece o valor de outras inteligências além da lingüística e da lógica-matemática (como na teoria das Múltiplas Inteligências de Gardner, citado abaixo).

Para FELDER (1996), estudantes têm diferentes estilos de aprendizagem - características e preferências marcantes quanto à maneira com que eles adquirem e processam a informação. Alguns estudantes focalizam a atenção nos fatos, dados e algoritmos; outros se sentem mais confortáveis com teorias e modelos matemáticos. Alguns respondem positivamente às informações visuais, como figuras, diagramas e esquemas; outros preferem as formas verbais – explicações faladas e escritas. Alguns preferem aprender ativa e interativamente; outros funcionam de forma mais introspectiva e individual.

GARDNER (1995), defende que o ser humano possui múltiplas inteligências, ou um espectro de competências manifestadas pela inteligência. Todas essas competências estão presentes no indivíduo, sendo que se manifestam com maior ou menor intensidade, tornando o indivíduo mais ou menos deficiente, mais ou menos competente dentro de uma ou várias dessas competências. Defende que os indivíduos aprendem de maneiras diferentes e apresentam diferentes configurações e inclinações intelectuais.

O autor destaca ainda, o papel da educação no desenvolvimento global e aplicação das inteligências. As inteligências múltiplas a que se refere Gardner são: a lógico-matemática, a lingüística, a espacial, a musical, a corporal-sinestésica, a interpessoal e a intrapessoal.

Alguns objetivos do estudo individualizado, citado por diversos autores em LEITE *et al* (1998), podem ser resumidos em:

- atender às diferenças de cada aluno em relação ao ritmo de estudo, assim como às preferências de tempo e local para estudar, respeitando as peculiaridades da vida de cada aprendiz;
- aprender a aprender, que nos tempos atuais é fundamental, pois somente desta maneira o aluno terá uma educação continuada ao longo de sua vida;
- desenvolver a organização do pensamento, o que possibilita a iniciativa, o autodidatismo, a independência e a autonomia, já que o aluno tem que fazer um trabalho seqüencial e estudar sem a presença do professor;
- desenvolver a criatividade através da construção de textos, projetos, etc. no decorrer do trabalho;
- disseminar informações ampliando o conhecimento e podendo aprofundá-lo a partir do tema proposto;
- construir conhecimentos teóricos e práticos, que possam contribuir para a formação, capacitação e/ou aperfeiçoamento do indivíduo.

SEABRA (1998), nos diz que, não basta que os alunos simplesmente se lembrem das informações: eles precisam ter a habilidade e o desejo de utilizá-las, precisam saber relacioná-las, sintetizá-las, analisá-las e avaliá-las. Juntos, estes elementos constituem o que se pode chamar de pensamento crítico. Este aparece em cada sala de aula quando os alunos se esforçam para ir além de respostas simples, quando desafiam idéias e conclusões, quando procuram unir eventos não relacionados dentro de um entendimento coerente do mundo.

2.3.2 Necessidades de uma Constante Atualização

A capacidade de aprender continuamente é um requisito muitas vezes referido como o mais importante no que diz respeito à qualificação da mão-de-obra, numa economia onde as mudanças tecnológicas e organizacionais são constantes. Seja para atualizar-se no seu próprio campo profissional, seja para enfrentar novos campos de interesse, os trabalhadores precisam continuamente dispor de meios para aprender. Para além das necessidades impostas pelo trabalho, o valor da capacidade e da motivação para a aprendizagem manifesta-se também em outros âmbitos de vivência: no plano pessoal, no familiar, no comunitário ou no da participação social em sentido mais amplo.

Jovens e adultos podem dedicar-se à sua formação de diversos modos e em diversos contextos, a disposição para novas aprendizagens pode consistir numa atitude constante, que perpassa várias dimensões de vivência.

Tanto o aperfeiçoamento quanto a atualização constantes são indispensáveis para qualquer ser humano. Aperfeiçoar-se constantemente é de fundamental importância, já que novas idéias, novas tecnologias, novas experiências, novos conceitos sempre surgem. Em qualquer atividade humana, não existe a estagnação, o ponto de chegada: ou evoluímos constantemente ou regredimos irremediavelmente (FERES, 1998).

A qualificação profissional é o principal motivo para o investimento na educação continuada, profissionais mais qualificados que tendem a buscar e/ou encontrar mais oportunidades de aperfeiçoamento profissional, enquanto os que têm nível de inserção mais baixo têm menos interesse, oportunidades ou condições econômicas, com isto podemos perceber que, quanto mais educação básica a pessoa tem, mais propensa está a buscar e encontrar oportunidades de continuar aprendendo ao longo da vida.

Segundo SEABRA (1998), até hoje se considera que o lugar da educação é na escola e que no ambiente profissional as tarefas da aprendizagem devam ficar a cargo do chamado treinamento -- terminologia que sempre faz lembrar o adestramento de animais.

O autor ainda nos mostra que, tal distinção não faz mais sentido no limiar do século 21. Deve ser papel da escola preparar seus alunos para o

mundo profissional, uma vez que o conhecimento e a capacidade de ser um sujeito crítico e autônomo deixam de ser apenas um apanágio da cidadania e passam a ser o fundamento da atividade profissional. Também a empresa, por outro lado, deixa de precisar de sujeitos prontos e acabados (formados) para usar na produção, pois o aprender passa a ser sua nova linha de montagem. O tradicional "treinamento" deve ser cada vez mais substituído pela educação permanente no ambiente profissional.

HANNA (1998), nos mostra que os padrões organizacionais das universidades estão sendo afetados pelo desenvolvimento de novas tecnologias de aprendizado, e também por um aumento na necessidade do aprendizado. Cada vez mais, o mercado para o aprendizado na fase adulta, é definido como educação e treinamento que mantém pessoas atualizadas em suas vidas profissionais e estimula suas buscas pessoais.

No processo de educação tem-se um papel fundamental, como aponta Adam Schaff: *"a educação continua há de ser um dos métodos (talvez o principal) capazes de garantir ocupações criativas às pessoas estruturalmente desempregadas"*.

2.4 CONCLUSÃO

Este capítulo procurou apresentar alguns aspectos da educação, onde podemos perceber a importância da definição dos conteúdos curriculares e ainda as diversas transformações que a educação vem sofrendo com o uso das novas tecnologias.

Onde há um avanço considerável da tecnologia e das teorias da aprendizagem, e o aluno passa a ser considerado como construtor de seu próprio conhecimento.

Com a inovação do ensino deve-se estimular o princípio pedagógico onde se faça com que o aluno construa o seu conhecimento, para que ele possa adquirir o conhecimento sobre aquilo que realmente deseja e que tem necessidade de aprender.

A busca do aprendizado autônomo deve ser uma atitude constante em todos os ramos do saber. As tecnologias de informação representam uma grande força na direção da inovação dos sistemas educacionais, colaborando

na ampliação de materiais didáticos, e constituindo-se como elemento chave na qualidade e performance da educação como um todo.

Abordamos a importância do ensino individualizado, respeitando assim as características e necessidades individuais de cada aluno, com a mudança do papel do professor que, ao passar para as tecnologias de informação, a responsabilidade de entrega do conhecimento, se libera para ser mais um guia do aluno, um conselheiro, um parceiro na procura de informação e da verdade, aumentando a participação ativa do aluno; com o reconhecimento de que a aprendizagem permanente daqui em diante é uma tarefa constante na vida profissional e pessoal de todos, e que cabe à escola capacitar o aluno para isso.

No próximo capítulo é apresentada a fundamentação teórica em Inteligência Artificial, que possibilitou o desenvolvimento do sistema proposto.

CAPÍTULO III

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

3.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Inteligência Artificial (IA) é a parte da Ciência da Computação que se destina a desenvolver programas inteligentes para computadores.

3.1.1 Origem e Evolução

É difícil saber exatamente quando se iniciou o que hoje chamamos de Inteligência artificial (IA). Talvez o crédito do nascimento da IA deva ser dado a Turing, por seu pioneirismo em armazenar programas em computadores. Turing descobriu que programas poderiam ser armazenados como dados na memória do computador e executados a seguir, formando a base dos computadores modernos.

No entanto, por volta de 1960, é que normalmente data-se o início da IA, quando John McCarthy criou o LISP – a primeira linguagem para pesquisa em Inteligência Artificial. O termo IA é geralmente creditado a Marvin Minsky, que em 1961 escreveu um artigo intitulado “*Steps towards Artificial Intelligence*” (*The Institute of Radio Engineers Proceedings*, 1961). Em 1964 o famoso programa ELIZA, escrito por Joseph Weizenbaum, que imitava o comportamento de um psicanalista teve um forte impacto, dando a impressão de que estava próxima a época das “máquinas inteligentes”. Os anos 60 foram um período de grande otimismo quanto à possibilidade de fazer um computador pensar.

Já em 1970, com um bom crescimento da capacidade computacional, ao contrário do que se esperava, a produção das “máquinas inteligentes” parecia estar mais distante. O problema agora residia no desenvolvimento de algoritmos mais velozes.

Paralelo ao LISP (EUA), na Europa o PROLOG, criado por Alain Colmerauer (França, 1972), guiou os estudos em IA.

Com o passar do tempo e a disseminação das técnicas de IA para várias áreas de conhecimento, linguagens como C, FORTRAN, BASIC e PASCAL, também foram utilizadas largamente.

Com a crescente necessidade da capacidade computacional, com o desenvolvimento de técnicas como *Fuzzy*, Sistemas Especialistas, *Case-Based Reasoning*, Algoritmos Genéticos, Redes Neurais Artificiais, e com o inerente paralelismo do atual acoplamento de várias técnicas, linguagens específicas para o tratamento de processamento paralelo foram desenvolvidas e povoam as literaturas específicas. Atualmente, pode-se citar como alguns ramos da IA:

- Sistemas Especialistas;
- Redes Neurais;
- Robótica;
- Algoritmos Genéticos;
- Incerteza e Lógica Difusa;
- Processamento de Linguagem Natural, entre outras.

3.1.2 Definição

Inteligência Artificial pode ser definida como a ciência que estuda a emulação do comportamento da inteligência humana através de máquinas. Este termo foi atribuído por Jonh McCarthy em 1956. (RICH & KNIGHT, 1993)

A definição de IA mais abrangente e largamente aceita é a de Minsky (1968): “Inteligência Artificial é a ciência de fazer máquinas fazerem coisas que requeiram inteligência, caso fossem feitas por homens”.

Segundo DURKIN (1994), Inteligência Artificial é o campo de estudo da ciência que persegue a meta de fazer o raciocínio do computador similar o raciocínio humano. Já WEBER (1998), conceitua IA como um ramo da Ciência da Computação dedicado ao estudo das técnicas computacionais que representam algum aspecto da cognição humana.

Assim podemos perceber que, a IA está baseada em duas idéias básicas: primeiro envolvendo o estudo do processo do pensamento humano (para entender o que é inteligência); segundo, tratando a representação destes processos via máquina/computador.

3.2 PARADIGMAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Na IA existem duas correntes de pensamento chamadas de paradigmas: o paradigma simbólico e o paradigma conexionista. KOEHLER (1998) nos apresenta, a IA simbólica onde o comportamento inteligente é simulado, baseado nos princípios da psicologia cognitiva. Deve ser utilizada quando o domínio do problema é bem definido, que se tenha idéia de como ele será resolvido e que seja explícito o modo de como achar uma solução.

A IA conexionista, acredita na construção de neurocomputadores e se estes forem bastante parecidos ao cérebro humano ele apresentará um comportamento inteligente.

“Na IA conexionista, acredita-se que construindo uma máquina que imite a estrutura do cérebro, ela apresentará inteligência como comportamento emergente.” (BARRETO apud Koehler, 1998)

Os paradigmas e ferramentas utilizados na modelagem de um sistema são de fundamental importância.

Assim, algumas das ferramentas utilizadas tentam emular os especialistas humanos na execução de uma tarefa específica (Sistemas Especialistas). Outras ferramentas preocupam-se com o tratamento das incertezas e imprecisões inerentes ao raciocínio humano e dos fenômenos observados (Sistemas Difusos), enquanto outras, ainda, tentam reproduzir algumas das virtudes dos seres vivos, como a sua capacidade de aprender pela experiência (Redes Neurais) e de adaptar-se às mudanças ambientais (Algoritmos Genéticos).

Algoritmos Genéticos

São sistemas que possuem inspiração nos mecanismos genéticos.

Possíveis soluções de um problema são combinadas e alteradas. Normalmente através de mecanismos inspirados na Seleção Natural (de Darwin), no Crossing-Over e na Mutação genética.

Tem como principais características a obtenção de um conjunto de soluções ao invés de uma única solução.

A utilização do algoritmo genético na resolução de um determinado problema depende fortemente da realização de dois importantes passos iniciais:

- encontrar uma forma adequada de se representar soluções possíveis do problema em forma de cromossomo e
- determinar uma função de avaliação que forneça uma medida do valor (da importância) de cada cromossomo gerado, no contexto do problema. (SHEBLE' e WALTERS (1993)).

Redes Neurais

Segundo HAYKIN (1994), as redes neurais são modelos que utilizam o paradigma conexionista na resolução de determinado tipo de problemas. O paradigma conexionista procura entender e emular as propriedades decorrentes do alto grau de paralelismo e conectividade.

São sistemas que possuem inspiração nos princípios do processamento neurofisiológico, e se baseiam no processamento paralelo e distribuído de informações.

Tem como principais características o aprendizado através de exemplos, a capacidade de generalização e a execução em tempo real.

Raciocínio Baseado em Casos - RBC

WEBER (1998), define Raciocínio Baseado em Casos (RBC) como uma ferramenta da Inteligência Artificial (IA), que utiliza conhecimento de experiências passadas para resolver problemas atuais.

O paradigma que sustenta esta técnica, que em muitos aspectos é fundamentalmente diferente das outras técnicas de IA, é a capacidade de utilizar o conhecimento específico de uma experiência anterior para resolver uma situação nova. Um problema novo é resolvido buscando um caso que seja similar, e reutilizando-o para este novo caso. Uma segunda diferença

importante é que RBC retém cada nova experiência resolvida , tornando-a imediatamente disponível para a resolução de problemas futuros (PLAZA e AAMODT, 1994).

As arquiteturas de implementação de sistemas de RBC variam em conformidade com as tarefas e metas do sistema. Estes sistemas diferem de outras técnicas de IA em virtude do conhecimento especialista estar representado em diversos módulos do sistema além de uma única base de conhecimento.

Sistemas Especialistas

Um Sistema Especialista segundo WATERMAN (1986), é um programa de computador que usa conhecimento sobre um domínio específico e executa uma tarefa simulando as capacidades que especialistas humanos têm de resolver problemas. Assim, a meta mais importante de um Sistema Especialista é trabalhar como um especialista humano que executa uma determinada tarefa.

Sendo que, o paradigma dos Sistemas Especialistas procura entender e emular as propriedades decorrentes do processamento de símbolos, preocupa-se com a representação do conhecimento e métodos de inferência.

Os Sistemas Especialistas representam de forma computacional os processos decisórios dos tomadores de decisões em domínios específicos do conhecimento humano. Porém, muito do conhecimento dos especialistas é heurístico, o que pode ser definido como uma estratégia, um método, uma simplificação ou uma regra de decisão, geralmente empírica, usada pelo especialista para limitar o espaço de soluções do problema (BARR & FEIGENBAUM, 1982). Assim, pode-se dizer que os Sistemas Especialistas ancoram seu poder nas informações que armazenam em suas bases de conhecimento. Portanto, a qualidade dos Sistemas Especialistas está diretamente vinculada à base de conhecimento e às inferências que se pode fazer sobre tais bases.

São sistemas inspirados na lógica do raciocínio humano.

Este tópico será devidamente detalhado mais a frente, para que o entendimento do mesmo seja o melhor possível.

3.3 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Representação do Conhecimento é um passo importante no processo de desenvolvimento de Sistemas Especialistas. O conhecimento adquirido deve ser representado apropriadamente no computador, de tal forma que o mecanismo de inferências do SE possa não só interpretar este conhecimento, mas também processá-lo.

Para resolver seus problemas os humanos vão acumulando conhecimento desde o nascimento, que lhes permite agir de modo inteligente. Geralmente pensa-se que a capacidade dos humanos em resolver seus problemas é simplesmente pela acumulação de conhecimento. Porém, este processo não é tão simples, a armazenagem deste conhecimento envolve um ciclo completo de processamento da informação, que vai desde a coleta do conhecimento pelos sentidos, até seu armazenamento definitivo no cérebro (RABUSKE, 1995).

Tratar conhecimento com mecanismos artificiais, como os computadores, não é tarefa fácil. Segundo, RUSSEL & NORVIG (1995), para se manipular o conhecimento é primordial que se consiga formas de representá-lo. A representação do conhecimento é uma das áreas mais ativas da IA, envolvendo os maiores desafios.

No mundo de IA, conhecimento é considerado o refinamento de informação, embora o conhecimento possa estar incompleto ou indistinto (*fuzzy*), ele consiste numa coleção de fatos relacionados, procedimentos, modelos, e heurísticas que podem ser usadas para resolver problemas ou sistemas de inferência.

O conhecimento pode ser considerado como informação contextual organizada, de forma que pode ser aplicado para resolver problemas de percepção e aprendizagem. Ele varia amplamente em conteúdo e aspecto, e pode ser específico, geral, exato, indistinto (*fuzzy*), procedural ou declarativo.

Veremos a seguir como adquirir conhecimento e algumas formas de representação do conhecimento.

3.3.1 Aquisição do Conhecimento

Aquisição do conhecimento é um processo de adquirir conhecimento de um ou mais especialistas ou qualquer outra fonte, que é geralmente executado pelo engenheiro de conhecimento.

Em WATERMAN (1986), o processo de aquisição do conhecimento é representado através da figura 1, onde fica claro a interação existente entre o especialista e o engenheiro de conhecimento nesta etapa de aquisição do conhecimento.

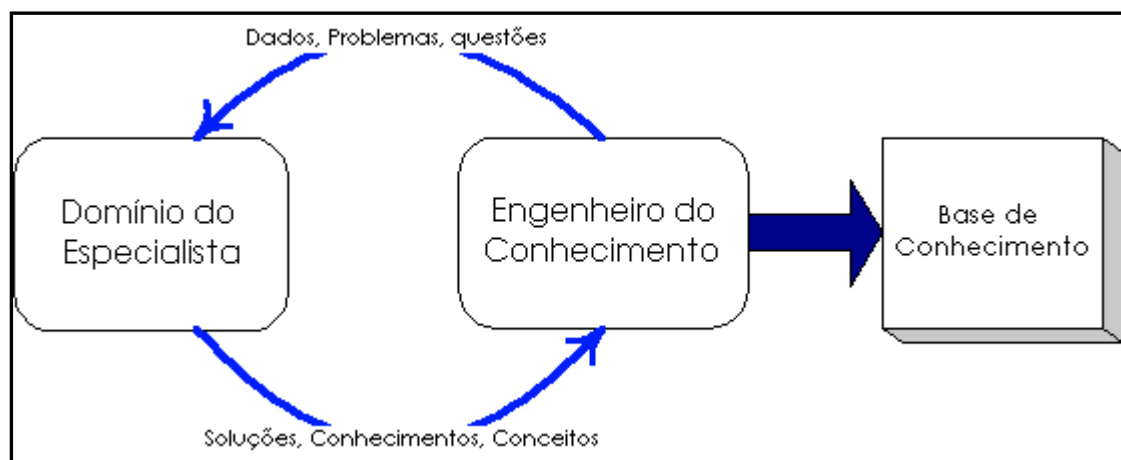


FIGURA 1 – PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

O engenheiro do conhecimento além de interagir com o especialista, deve fazer a filtragem de todo o conhecimento necessário para a construção do Sistema Especialista, desprezando as informações que não são relevantes ao projeto.

Quando o processo de aquisição do conhecimento está completo, o engenheiro do conhecimento tem que decidir em qual método transformar o conhecimento, de uma forma consistente e compreendida pelo sistema especialista. Este processo é chamado de representação de conhecimento.

3.3.2 Formas de Representação do Conhecimento

Para utilizar o conhecimento obtido do especialista durante a etapa de aquisição do conhecimento, é necessário representar o conhecimento formalmente dentro do SE, ou seja, codificá-lo.

Representar o conhecimento apropriadamente significa sobretudo adotar técnicas de representação do conhecimento condizentes com o problema de interesse e com o próprio tipo de conhecimento. A seguir serão abordadas as técnicas de representação do conhecimento mais utilizadas.

Regras de Produção

Segundo KANDEL (1996), regras de produção são um dos métodos mais populares de representação do conhecimento.

Isto se deve principalmente a sua facilidade de compreensão e programação.

Uma regra de produção é composta de três partes:

- o nome da regra, o qual será identificado pelo mecanismo de inferências;
- a parte *If*, que é chamado de premissa ou antecedente de uma regra;
- a parte *Then*, que é chamado de conseqüente ou conclusão de uma regra.

A premissa de uma regra consistem em cláusulas que são interconectadas por operadores como AND, NOT, OR, etc. A conclusão de uma regra consiste somente em declarações verdadeiras para evitar ambigüidades

As regras de produção podem ser representadas da seguinte forma:

Rule nome da regra

If P (premissas)

Then C (conclusões)

Em um sistema especialista baseado em regras, o domínio do conhecimento é transformado em um conjunto de regras e colocados na base de conhecimento do sistema especialista. O sistema usa essas regras junto com as informações contidas na memória de trabalho para resolver o problema. Quando a parte IF da regra for igual as informações contidas na memória de trabalho, o sistema executa a ação especificada na parte THEN da regra. Quando isto ocorre, a regra dispara e as declarações da parte THEN são adicionadas na memória de trabalho. As novas declarações adicionadas na memória de trabalho, podem também causar disparo de outras regras.

O processo envolvendo a seleção, disparo de regras, bem como a atualização da memória de trabalho, é denominado de inferenciação e é realizado pelo mecanismo de inferências do SE.

Redes Semânticas

Nas redes semânticas o conhecimento é representado através de um conjunto de nós e arcos, onde os arcos conectam os nós e descrevem as relações entre eles, considerando que os nós representam objetos, conceitos ou eventos.

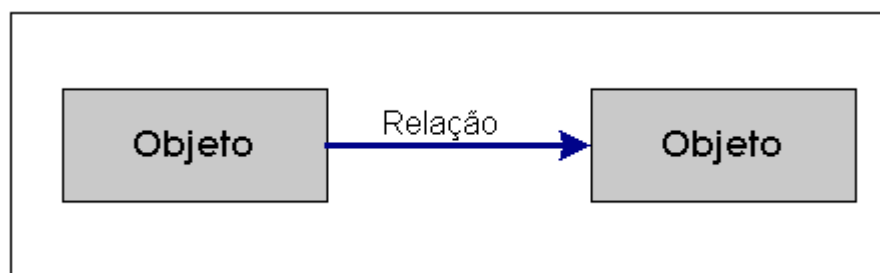


FIGURA 2 – ESTRUTURA DAS REDES SEMÂNTICAS

Os arcos podem ser definidos de várias formas, dependendo do tipo de conhecimento a ser representado, mas usualmente eles representam hierarquias, do tipo, *is_a*, *a_kind_of* (*ako*), *has_a* e *has_part*.

De acordo com DURKIN (1994), uma importante característica das redes semânticas é a sua propriedade de hierarquia. Os nós de níveis hierárquicos mais baixos ('tokens') denotam indivíduos ou instâncias, e são conectados por arcos *is_a*, enquanto que os nós de níveis hierárquicos mais altos ('types') representam classes ou categorias de indivíduos. Como um exemplo de redes semânticas, vejamos a figura a seguir:

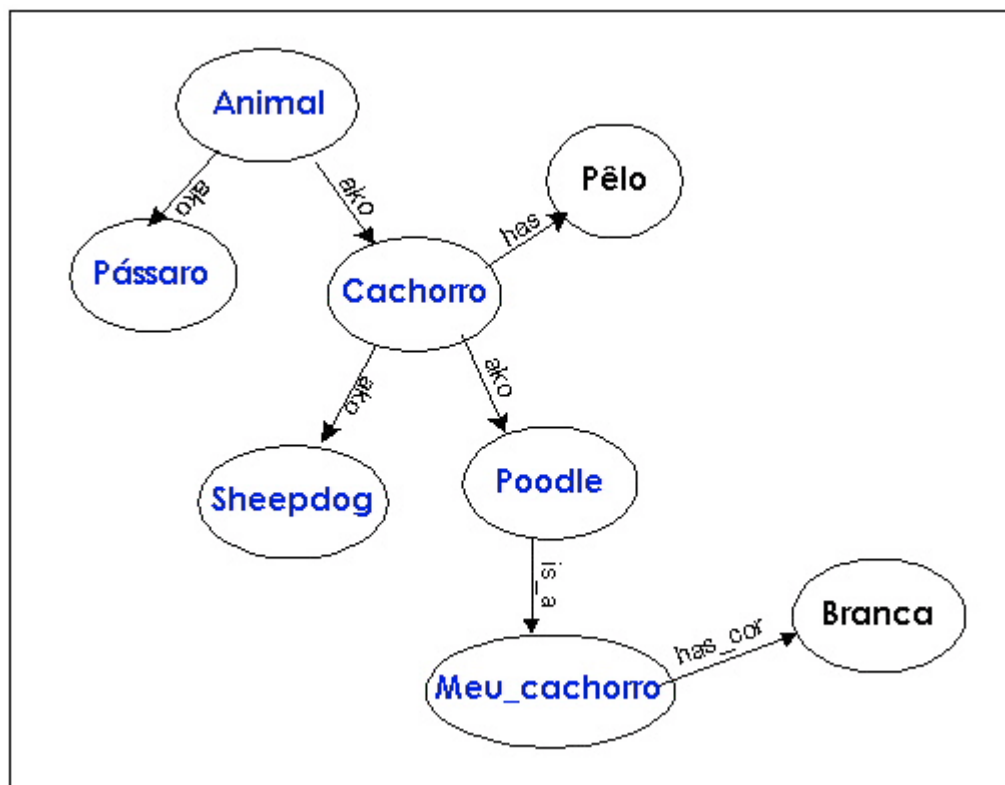


FIGURA 3 – REDES SEMÂNTICAS COM ARCOS AKO, IS_A, E HAS

Na figura 3 pode ser observado que: Meu_cachorro tem cor branca, ele é um Poodle (*is_a*) e é um tipo de cachorro (*ako*), portanto tem Pêlo (*has*).

Geralmente redes semânticas podem dar margem a diferentes interpretações, causando diferentes inferenciações. Além disto, não é possível se fazer com redes semânticas muitas distinções que podem ser feitas por lógica matemática.

Embora redes semânticas possam ser muito úteis e uma maneira elegante de representar o conhecimento, elas possuem algumas limitações: (Giarratano e Riley *apud* TEIVE, 1997, p.68-69)

- falta de relações padronizadas, dificultando assim a compreensão do objetivo da rede, bem como a sua consistência;
- em alguns casos, dependendo do tipo de questão de interesse, pode ocorrer explosão combinatorial na busca dos nós.

“Frames”

O termo “*frames*” no campo da inteligência artificial, refere-se a uma estrutura de dados para representar conceitos e objetos.

Similarmente as redes semânticas, os “frames” são estruturados de maneira gráfica e hierárquica.

A representação do conhecimento usando “frames” se constitui em uma rede de nós e relações, organizada de forma hierárquica, onde os nós do topo representam conceitos gerais, e os nós inferiores representam instâncias mais específicas dos conceitos/objetos.

Abaixo pode-se observar na figura 4, um exemplo de representação de conhecimento usando “frames”.

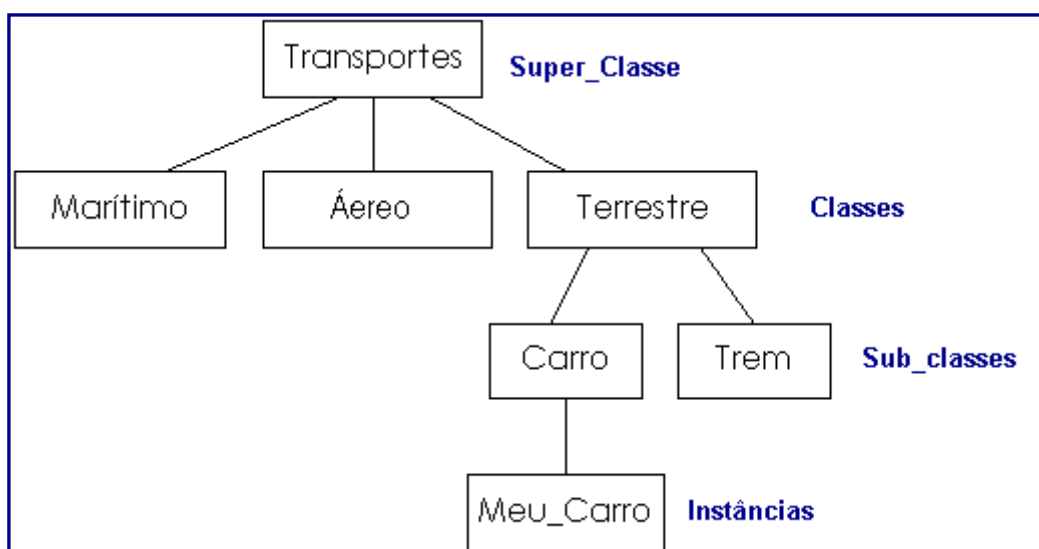


FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO USANDO “FRAMES”

A relação mais básica entre os “nós” é a *relação pai – filho*, onde o “nó” pai representa uma classe de elementos enquanto que o “nó” filho representa a sub-classe da classe, ou membros específicos ou ainda instâncias desta classe. Esta característica pode ser chamada de herança entre “frames”, onde os “frames” dos níveis hierárquicos inferiores herdam as propriedades dos níveis mais altos. (DURKIN, 1994).

A estrutura de “frames” é muito parecida com a estrutura de programação orientada a objetos, onde os atributos seriam representados por *slots*, e a estrutura de envio de mensagem são similares nos dois métodos.

Na figura 4 por exemplo, poderíamos ter, para a super-classe TRANSPORTES, um conjunto de *slots* representando algumas características de transportes, que valeriam tanto para transportes AÉREOS, MARÍTIMOS ou

TERRESTRES. Estes *slots* poderiam ser: *meio_de_locação*; *velocidade*; *tipo_de_combustível*.

Da mesma forma, as classes abaixo da super-classe TRANSPORTES, podem ter outros *slots* particulares, que são específicos de cada classe. Como exemplo, a classe TERRESTRE, poderia ter os seguintes *slots*: *Capacidade*; *número_de_rodas*.

Por sua vez, a classe dos TRANSPORTES pode conter várias sub-classes que compartilham características comuns, e além disto podem ter características próprias, ou seja, *slots* específicos. Por exemplo, a sub-classe CARRO poderia ter os seguintes *slots*: *Marca*; *Modelo*; *Nº de Portas*.

Finalmente, cada sub-classe pode possuir instâncias, que estão a nível de indivíduos, sendo a máxima particularização possível que pode ser feita. Poderíamos então ter a instância MEU_CARRO, por exemplo, com os seguintes *slots*: *Ano*; *Cor*; *Modelo*, etc.

Para KANDEL (1996), “*frames*” são uma forma muito poderosa de representação o conhecimento, mas possuem algumas desvantagens:

- “*frames*” requerem grande capacidade de memória no computador, para armazenamento;
- porque os “*frames*” são representados de forma hierárquica, a busca ainda é lenta, embora seja mais rápida que a busca em redes semânticas;
- uma máquina de inferência muito sofisticada é necessária para inferir o conhecimento dos “*frames*” e para associar as propriedades dos *slots* quando ocorre hierarquia.

3.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Os Sistemas Especialistas (SEs) representam uma área de conhecimento que está dentro da grande área da Inteligência Artificial (IA). Podemos observar a figura abaixo, para verificar a relação existente entre os programas de Inteligência Artificial e os Sistemas Especialistas.

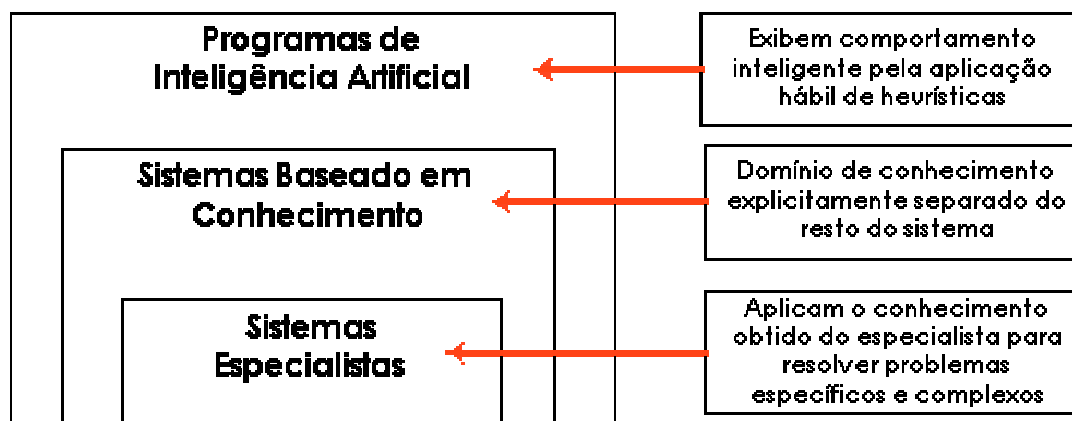


FIGURA 5 – SISTEMAS ESPECIALISTA SÃO SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTO

Fonte: WATERMAN (1984, p. 18)

Veremos agora algumas definições de Sistemas Especialistas e suas principais características.

3.4.1 Definição e características dos Sistemas Especialistas

Na literatura especializada, existem vários conceitos definindo SEs, dependendo de qual enfoque o autor deseja dar. Vejamos alguns conceitos:

HART (1996), enfoca a questão dos SEs atuarem num restrito domínio: *“... é um programa que tem uma grande base de conhecimento em um restrito domínio, e usa um complexo encadeamento de inferências para desempenhar tarefas, as quais um especialista poderia executar”*.

SEs é definido por DURKIN (1994), como *“um programa de computador projetado para modelar a resolução de problemas com a habilidade de um especialista humano”*.

Em Barr e Feigenbaum *apud* TEIVE (1997, p. 36) é realçada a dificuldade dos problemas a serem resolvidos por um Sistema Especialista: *“é um programa computacional inteligente que utiliza conhecimento e procedimentos para resolver problemas que são suficientemente difíceis por requererem significativa experiência humana para a sua solução”*.

Podemos perceber assim que os SEs podem ser definidos de várias formas, mas todas as definições partem de uma mesma linha, dizendo que

sistemas especialistas são um meio artificial usado para emular a maneira no qual um especialista do domínio resolve problemas.

O desenvolvimento de um Sistema Especialista se inicia com a consulta de algumas fontes de conhecimento, tais como, livros, relatórios, manuais e principalmente da experiência e conhecimento de um especialista humano.

Tipicamente um SE possui os seguintes componentes: base de conhecimento, mecanismo de inferências, e memória de trabalho, conforme podemos observar a figura 6.

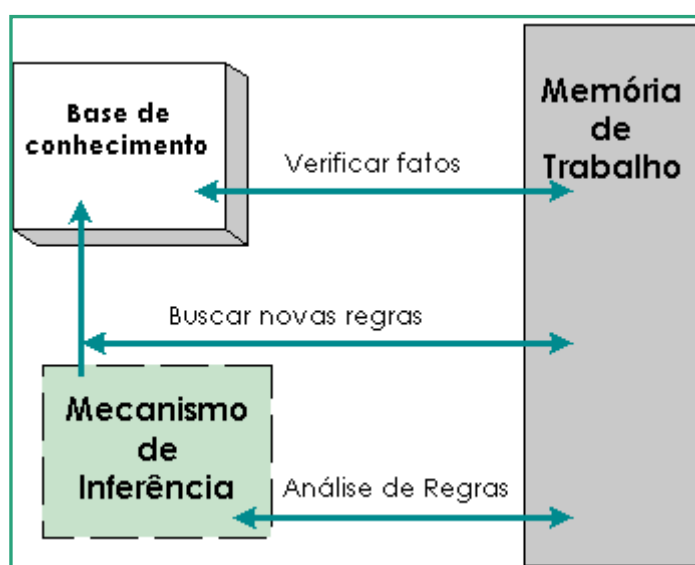


FIGURA 6 – ELEMENTOS BÁSICOS DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

A **base de conhecimento** – é o elemento que armazena o conhecimento abstrato. Onde este conhecimento abstrato é armazenado em um conjunto de regras de produção do tipo *If – Then*.

A **memória de trabalho ou base de fatos** – é o elemento que armazena o conhecimento concreto, ou seja, o conhecimento que pode ser considerado fato antes do processo de inferenciação.

O **mecanismo de inferências** – é o processador ou interpretador de conhecimento, sendo considerado o coração do Sistemas Especialista. A sua principal função é combinar o conhecimento abstrato contido na base de regras, com o conhecimento concreto armazenado na base de fatos, inferindo conclusões e gerando novos casos.

O processo de inferir novos fatos a partir de informações já disponíveis, é conhecido por inferenciação ou encadeamento. Existem dois tipos de encadeamento; “*forward chaining*” - para frente e “*backward chaining*” – para trás.

Sendo que, no encadeamento para frente, os antecedentes das regras determinam a busca, e a regra trabalha para a frente para encontrar soluções, partindo dos fatos. Já no encadeamento para trás, os conseqüentes da regra é que determinam a busca e a regra trabalha para trás para encontrar fatos que suportem as hipóteses levantadas.

3.4.2 Sistemas Especialistas vs. Programas Convencionais

As maiores diferenças entre programas convencionais e sistemas especialistas podem ser observadas na tabela abaixo obtida de DURKIN (1994).

<i>Programas Convencionais</i>	<i>Sistemas Especialistas</i>
Enfoque na solução	Enfoque no problema
Programador trabalha só	Esforço em equipe
Desenvolvimento seqüencial	Desenvolvimento interativo

TABELA 1 – SISTEMAS ESPECIALISTAS VS. PROGRAMAS CONVENCIONAIS

Fonte: DURKIN (1994, p. 42)

Com o surgimento dos primeiros SEs, uma nova filosofia de programação é introduzida. A filosofia de programação dos programas existentes até então, ditos convencionais, consistia do processamento de “procedures” ou rotinas, sendo isto chamado de programas procedimentais.

Os SE, através de seu mecanismo de inferência, realizam o processamento simbólico do conhecimento contido em sua base de regras, durante o processo de inferenciação, podendo usar o encadeamento para frente ou para trás, dependendo das características do problema que está sendo tratado.

A programação tradicional, dirigida por “*procedures*” pode ser resumida assim: DADOS + ALGORITMO = PROGRAMA. Ou seja, o programa é constituído de uma grande massa de dados, composta na sua maior parte de números, e por um algoritmo, no qual o programador deve colocar todos os passos a serem executados.

Por outro lado, os SE introduziram uma importante mudança no que se refere a filosofia de programação. A filosofia de programação destes sistemas passou a ser do tipo: CONHECIMENTO + INFERÊNCIAS = SISTEMA. (Forsyth *apud* TEIVE, 1997, p.39) Onde o sistema é composto por uma grande soma de conhecimento (base de conhecimento), constituído principalmente de sentenças declarativas (regras), as quais são combinadas no processo de inferenciação, gerenciado pelo mecanismo de inferência.

O grande ponto de diferenciação entre os dois tipos de programação pode ser resumido em: um programa convencional é **construído** enquanto que um sistema especialista é **cultivado**.

3.4.3 Sistemas Especialistas e Especialistas Humanos

Embora SEs e especialistas humanos possam em alguns casos desempenhar tarefas idênticas, as características de ambos são criticamente diversas. Mesmo havendo algumas vantagens evidentes dos Sistemas Especialistas eles não poderão substituir os especialistas “humanos” em todas as situações devido a algumas limitações inerentes.

WATERMAN (1986), nos apresenta algumas vantagens dos SE frente ao especialista “humano”, vejamos a tabela a seguir:

<i>Especialista Humano</i>	<i>Sistema Especialista</i>
Percível	Permanente
Difícil de transferir	Fácil de transferir
Difícil de documentar	Fácil de documentar
Não previsível	Consistente
Caro	Baixo custo

TABELA 2 - VANTAGENS DOS SE FRENTE AO ESPECIALISTA HUMANO
 Fonte: WATERMAN (1986, p.12)

Entretanto, o SE também apresenta limitações decorrentes da incapacidade dos computadores de emular todas as potencialidades da inteligência humana. Estas limitações estão apresentadas na tabela abaixo:

<i>Especialista Humano</i>	<i>Sistema Especialista</i>
Criativo	Sem inspiração
Adaptativo	Necessita de comando
Experiência sensorial	Entrada simbólica
Visão ampla na resolução de um problema	Foco restrito
Bom senso	Conhecimento técnico

TABELA 3 - DESVANTAGENS DOS SE FRENTE AO ESPECIALISTA HUMANO
 Fonte: WATERMAN (1986, p.14)

Além das vantagens apresentadas na tabela 2, os SEs apresentam outras importantes características que são comuns a eles:

- resolvem problemas muito complexos tão bem quanto ou melhor que especialistas humanos;
- raciocinam heurísticamente, usando o que os especialistas humanos consideram efetivamente regras práticas;
- interagem com usuários humanos utilizando inclusive linguagem natural;
- manipulam e raciocinam sobre descrições simbólicas;
- funcionam com dados errados e regras incertas de julgamento;
- contemplam hipóteses múltiplas simultaneamente;
- explicam porque estão fazendo determinada pergunta;

- justificam suas conclusões.

Então, assim podemos dizer que para uma boa utilização desta ferramenta é necessário que se observe as características do problema de interesse, verificando-se se as mesmas estão de acordo com as características funcionais destes sistemas.

Devemos ter em mente também que o SE é uma ferramenta extremamente útil para auxiliar o especialista em suas tarefas, podendo liberá-lo de algumas atividades e facilitando o seu trabalho de uma forma geral.

3.5 TÉCNICAS DE IA

Segundo RICH & KNIGHT (1993), com o avanço das pesquisas de IA, foram desenvolvidas técnicas para a manipulação de uma maior quantidade de conhecimento, houve progresso em várias tarefas e novas tarefas puderam ser executadas.

Com isto foram surgindo diversas linhas de pesquisa e técnicas diferentes, dentro do campo da IA, tais como: Sistemas Especialistas (SE); Raciocínio Baseado em Casos (RBC); Redes Neurais Artificiais; Sistemas Difusos; Algoritmos Genéticos; entre outras. Estas técnicas têm mudado constantemente a cada aplicação, a cada novo problema, tornando-se cada vez mais elaboradas, mais complexas, e naturalmente mais "inteligentes".

Na tabela 4, podemos observar o tipo de raciocínio envolvido em algumas das técnicas de IA.

Técnica	Raciocínio
Sistemas Especialistas	Simbólico
Raciocínio Baseado em Casos	Analógico
Algoritmos Genéticos	Indutivo
Redes Neurais	Associativo

TABELA 4 – TIPOS DE RACIOCÍNIO ENVOLVIDOS NAS TÉCNICAS DE IA

As vantagens e limitações de cada técnica varia de acordo com a aplicação e o problema em questão. Podemos abordar aqui algumas

vantagens e desvantagens de uma maneira geral de algumas técnicas da Inteligência Artificial.

3.5.1 Vantagens e Limitações das Ferramentas de IA

Ferramenta	Vantagens	Desvantagens
Sistemas Especialistas	Explica a Inferência Facilita a transformação de conhecimento em código Trata incertezas	Atualização da base de regras demorado (às vezes) Não possuir conhecimento do senso comum Dificuldade de lidar com situações inesperadas
Raciocínio Baseado em Casos – RBC	Facilidade de implementação e adaptabilidade a um grande número de domínios de conhecimento	Aprendizagem não incremental, exige um número mínimo de exemplos para funcionar
Algoritmos Genéticos	São independentes do domínio do problema	Não possibilitam uma solução única, acabada e definitiva
Redes Neurais	Aprendizado através de exemplos, a capacidade de generalização e a execução em tempo real	Interpretabilidade Lentidão na convergência

TABELA 5 – VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS FERRAMENTAS DE IA

3.6 CONCLUSÃO

Este capítulo procurou apresentar a revisão bibliográfica sobre alguns aspectos da Inteligência Artificial, enfatizando os Sistemas Baseados em Conhecimento, o qual contribuiu para o desenvolvimento do modelo proposto.

A Inteligência Artificial é o ramo da ciência da Computação que pesquisa a criação de sistemas inteligentes. A IA possui duas abordagens: uma científica, voltada ao estudo da psicologia cognitiva, para compreender os processos envolvidos na inteligência, e outra tecnológica, que lida com a representação destes processos através da máquina.

A Engenharia do Conhecimento que é responsável pela extração e representação do conhecimento através da utilização de linguagens de IA. O

seu principal objetivo, guiar e administrar o projeto de sistemas inteligentes, ampliou-se para outras técnicas de IA, não sendo mais exclusividade de Sistemas Especialistas. Os tópicos principais abordados na Engenharia de Conhecimento são a aquisição do conhecimento e a sua representação. Cabe ao engenheiro do conhecimento escolher a forma mais apropriada de aquisição e de representação para resolver o problema do domínio em questão

Assim, com o estudo da IA, podemos perceber importância das técnicas da Inteligência Artificial que tanto na pesquisa como na criação de sistemas inteligentes, podem auxiliar o especialista humano. E ainda, os seus paradigma, onde neste caso específico optaremos pelo paradigma simbólico, no qual o comportamento inteligente é simulado, baseado em princípios da psicologia cognitiva, onde o domínio do problema deve estar bem definido, e tem-se a idéia de como será resolvido.

No próximo capítulo apresentaremos o modelo proposto.

CAPÍTULO IV

MODELO PROPOSTO

4.1 INTRODUÇÃO

A idéia de desenvolver um modelo para abordar o problema de auxiliar na seleção de quais os tópicos o aluno necessita aprender, surgiu da constatação de que era necessário um ambiente computacional que pudesse ser utilizado pelos alunos e professores de forma interativa, automatizando alguns procedimentos normalmente executados pelos professores/alunos e, ao mesmo tempo, propiciando a ação dos mesmos sobre o sistema, armazenando dados e informações quando necessário.

Neste capítulo, tem-se como objetivo apresentar o modelo proposto, bem como enfatizar as vantagens do uso da Inteligência Artificial.

4.2 DESCRIÇÃO

O modelo proposto tem como objetivo auxiliar usuários/alunos na escolha de quais temas devem ser cursados no decorrer do seu curso de mestrado e/ou doutorado, para que ele adquira os conhecimentos necessários para trabalhar na Área de Concentração escolhida, e para que alcance os seus objetivos de estudo.

O modelo proposto deverá ainda, executar as seguintes atividades:

Verificar quais são os conhecimentos necessários para se trabalhar numa determinada Área de Concentração. Isto quer dizer que, depois do usuário selecionar a sua Área de Concentração o modelo deve apresentar ao usuário/aluno, quais os conhecimentos necessários para se trabalhar na Área escolhida. Estes dados serão fornecidos pelo coordenador da Área, para alimentar a base de dados do modelo;

Averiguar o conhecimento do aluno, ou seja, em cima conhecimentos apresentados o aluno deve indicar (selecionar) quais destes tópicos ele ainda não conhece, para que o modelo elimine os tópicos nos quais ele já possui conhecimento, e trabalhe apenas com os que o aluno necessita conhecer.

Pois neste caso, não será necessário o usuário/aluno aprender novamente um assunto que já possui conhecimento. Ou seja, aqui o modelo faz uma pré seleção dos tópicos que o aluno realmente precisa aprender, em seguida indica apenas os tópicos que realmente o usuário/aluno precisa cursar para obter conhecimentos desejados.

O modelo proposto deve ainda, verificar quais as disciplinas possuem os conhecimentos nos quais o usuário não conhece. Dando a elas um determinador valor (grau de importância) de acordo com o número de conhecimentos (tópicos) que a disciplina possui, e que o usuário não conhece ainda. Pois quanto mais tópicos o usuário não conhecer e a disciplina possuir, mais importante será esta disciplina para este usuário/aluno.

Em cima das disciplinas apresentadas, através de uma ferramenta de IA, o modelo poderá eliminar ou acrescentar disciplinas, pois pode acontecer, por exemplo, de uma disciplina indicada possuir pré-requisitos.

E por fim, o modelo apresenta ao usuário uma lista de disciplinas as quais mais se adaptam as necessidades do usuário/aluno.

Na figura abaixo podemos observar o fluxograma do modelo proposto.

Fluxograma do Modelo Proposto

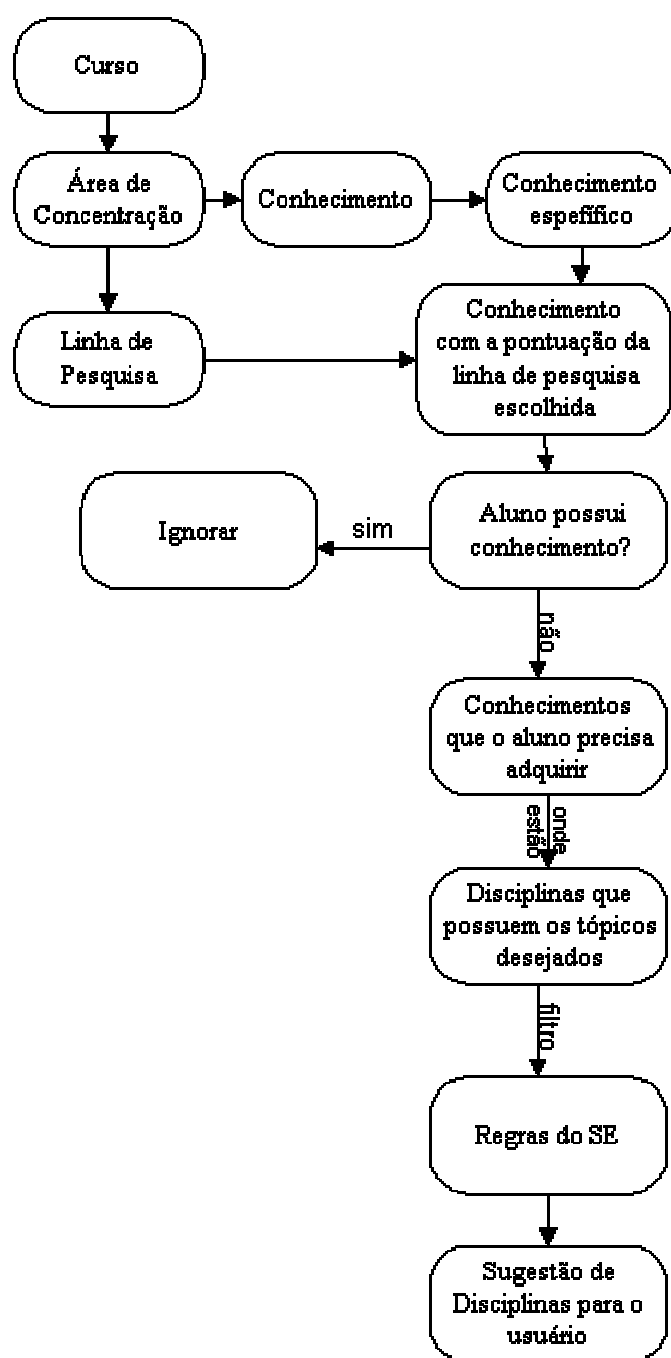


FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DO MODELO PROPOSTO

4.3 METODOLOGIA DO SISTEMA

Nesta seção apresentaremos a metodologia do modelo proposto.

4.3.1 Valores dos Tópicos e Valor Final das Disciplinas

Para uma determinada área de concentração, temos algumas linhas de pesquisa, sendo que, para esta área de concentração temos alguns conhecimentos necessários, que serão fornecidos pelo coordenador da área, para se trabalhar na mesma.

E para cada linha de pesquisa pertencente a esta área de concentração o valor do tópico (conhecimento) muda, pois por exemplo, podemos observar a tabela 7 que, na área de concentração Inteligência Aplicada temos entre outras, estas duas Linhas de Pesquisas (Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Conhecimentos e Inteligência Computacional Híbrida), que possuem os valores diferentes para cada tópico (conhecimento) apresentado.

<u>Área:</u> Inteligência Aplicada		
Linhas de Pesquisa		
Conhecimentos Necessários	Desenv. SBC	Int. Comp. Híbrida
Inteligência Artificial	4	4
<i>Teste de Turing</i>	3	2
<i>Abordagem</i>	3	4
<i>Histórico</i>	2	3
<i>Principais Áreas de Aplicação</i>	4	4
<i>Perspectivas</i>	4	2
<i>Técnicas de IA (AG, RCB, SE, Rec. de Padrões)</i>	5	5
Sistemas Baseados em Conhec.	5	3
<i>Funcionamento</i>	4	3
<i>Base de Dados</i>	4	4
<i>Representação do Conhecimento</i>	4	3
<i>Formas de Inferência</i>	2	1

TABELA 6 – EXEMPLO DE CONHECIMENTOS DA ÁREA INTELIGÊNCIA APLICADA

Sendo assim, cada conhecimento possui um grau de importância para uma determinada Linha de Pesquisa e este grau de importância é fornecido também pelo coordenador da área que pode variar em uma escala de 5 – 1 pontos, onde:

- ⇒ 5 – Essencial
- ⇒ 4 – Muito importante
- ⇒ 3 – Importante
- ⇒ 2 – Bom
- ⇒ 1 – Considerar

O mesmo acontece com as disciplinas oferecidas: é verificado junto ao professor da disciplina quais os tópicos (conhecimentos) serão abordados na sua disciplina, para que o modelo possa verificar em quais disciplinas estão sendo oferecidos aqueles tópicos que o aluno necessita realmente conhecer.

Na tabela abaixo, tomamos como exemplo, a disciplina Programação Orientada À Objetos, com os respectivos tópicos e subtópicos:

Disciplina - Programação Orientada à Objetos
Programação Orientada a Objeto
<i>Mecanismos Básicos: Objetos, Classes, Mensagens, Métodos e Heranças</i>
<i>Conceitos Chaves: Encapsulação, Abstração e Polimorfismo</i>
Noções Básicas de Análise Orientada p/ Objetos
<i>Etapas da AOO</i>
<i>Mecanismos e Conceitos da AOO</i>
<i>Comparação com a Programação tradicional</i>
<i>Diferenças entre programação tradicional e O O</i>
<i>Características necessárias para se utilizar Programação e Análise OO</i>
Sintaxe de C+ e C++
<i>if - else, if encadeado, switch, break, continue,</i>
<i>do - while, for,</i>
<i>funções do C,</i>
<i>linguagem C++ / noções básicas</i>
<i>linguagens orientadas a objetos</i>

TABELA 7 - DISCIPLINA COM OS CONHECIMENTOS ABORDADOS E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE IMPORTÂNCIA.

4.3.2 Averiguar Conhecimento do Aluno

O próximo passo é o de averiguar, dentro dos tópicos de uma Área de Concentração, quais destes o usuário/aluno já conhece.

Então, apresenta-se a ele uma lista de tópicos (conhecimentos) necessário para a sua Área de Concentração, e o usuário/aluno deve indicar quais destes tópicos ele não possui conhecimento, assim ele não correrá o risco de cursar créditos (disciplinas) apenas com conhecimentos que ele já possui.

Assim o modelo, desconsidera os tópicos que o aluno já conhece e trabalha apenas com os tópicos necessários para aquele aluno. Tornando assim o ensino mais personalizado e individualizado para o usuário/aluno.

Se por ventura, o aluno conhecer todos os tópicos da sua Área de Concentração, ou se ele não conhecer nenhum tópico da sua Área de Concentração, ele terá mesmo assim que cursar um determinado número de créditos, então o modelo sugere algumas das disciplinas mais importantes para a sua Linha de Pesquisa escolhida.

4.3.3 Selecionar Disciplinas Potenciais

O modelo, depois de o usuário/aluno indicar quais os tópicos que ele já conhece, deve então, procurar quais disciplinas possuem estes conhecimentos que o aluno deseja saber. Ou seja, quais disciplinas que possuem os conhecimentos necessários para um determinado aluno numa determinada linha de pesquisa.

É verificado então todas as disciplinas que possuem um ou mais tópicos necessários que este aluno necessita cursar.

Aplicando a fórmula abaixo, teremos uma lista ordenada de disciplinas potenciais, pois neste caso selecionaremos as disciplinas que possuem o tópico e ainda classificamos de acordo com o seu grau de importância, quanto maior for o valor da disciplina mais importante será esta para o aluno na linha de pesquisa escolhida.

$$VD = \sum (GI \ LP)$$

Onde:

- VD = Valor da Disciplina
- GI LP = Grau de importância do conhecimento (tópico) na Linha de Pesquisa

4.3.4 Eliminar Conflitos

Depois de verificado quais as disciplinas potenciais, o modelo verifica se existem conflitos entre as disciplinas. Pois por exemplo, pode ocorrer de uma disciplina possuir um valor menor, mais mesmo assim possuir um número maior de tópicos abordados para aquele aluno, então neste caso o modelo irá eliminar este tipo de conflitos existentes no *ranking* das disciplinas selecionadas como potenciais.

Isto será feito com o apoio de uma técnica de IA – Sistemas Especialistas, através de regras de produção, onde resolvermos vários tipos de conflitos existentes entre as disciplinas potenciais para o usuário/aluno na sua Área de Concentração e sua Linha de Pesquisa escolhida.

Através de regras de produção podemos eliminar ou acrescentar disciplinas, e também através do perfil do aluno e Linha de Pesquisa escolhida fazemos algumas alterações nas disciplinas que vão ser sugeridas ao usuário/aluno.

Isto pode acontecer nos seguintes casos:

- Semelhanças entre disciplinas indicadas
- Seqüências de disciplinas: **SE** disc_A **E** disc_B **ENTÃO** disc_C
- Empate na numeração das disciplinas, desempatar por perfil do aluno e linha de pesquisa
- Mais de um tópico na disciplina selecionada
- Choque de horários de disciplina selecionadas
- Disciplinas selecionadas que possuem pré-requisitos

Podemos dar alguns exemplos com as seguintes regras de produção:

No caso de uma disciplina possuir pré-requisito e esta disciplina não estar na disciplinas a serem indicadas ao usuário o modelo aplicará as seguinte regra de produção:

SE

Disciplina = Sistemas Especialistas

E Pré-requisito = Sistemas Baseados em Conhecimento

ENTÃO

Disc_ind = Sistemas Especialistas

Disc_ind = Sistemas Baseados em Conhecimento

Para uma disciplina ir para o *ranking* das disciplinas selecionadas, ela precisa ter um grau de importância mínimo. Caso isto não ocorra ela pode ser substituída por uma disciplinas mais indicada para este usuário/aluno, como por exemplo:

SE

Disciplina = Programação em C

E valor_disc < 100

ENTÃO

Disc_ind = Programação Orientada à Objeto

Se uma disciplina possuir um número de tópicos maior de que 1 (um), significa que esta disciplina é importante para o usuário, pois ele vai aprender mais de um tópico na mesma disciplina. Mesmo se esta ter um valor menor que outras disciplinas que possuem um grau de importância maior, mas com apenas um tópico a ser aprendido, então neste caso se aplicaria a seguinte regra:

SE

Disciplina = SE em Eng. de Produção

E n_topicos >= 2

ENTÃO

Disc_ind = SE em Eng. de produção

SENÃO

Disc_ind = Sistemas Baseados em Conhecimento

4.4 CONCLUSÃO

A meta do modelo desenvolvido na presente dissertação é de apresentar uma lista de disciplinas ao usuário usuário/aluno de acordo com o seu *background* e sua área de concentração.

Acreditamos que num futuro próximo possamos aprender não através de disciplinas fechadas, mas sim por temas, onde o aluno escolherá o que quer aprender, seja através de cursos a distância, pela Internet, ou até mesmo em aulas presenciais com a ajuda das novas tecnologias de informação.

O modelo propõe uma forma ensino individualizada e personalizada, onde cada aluno deve aprender apenas o que necessita e o que não sabe ainda, pois grades curriculares pré-determinadas e unificadas, onde todos os alunos com interesses e objetivos diferentes aprendem as mesmas coisas nos mesmo momentos, tendem a ser ultrapassadas.

Para realizar esta tarefa de personalizar e individualizar a aprendizagem, buscou-se ajuda da Inteligência Artificial que nos trouxe respostas rápidas e consistentes para a resolução do problema proposto. A técnica escolhida foi a de Sistemas Especialistas, devido a sua grande capacidade de explicação na inferência feita e a facilidade de representação do conhecimento, neste caso em específico.

No capítulo a seguir, veremos um exemplo do modelo proposto.

CAPÍTULO V

APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo destina-se a apresentar um protótipo do modelo proposto, no qual foi utilizado dados fictícios, ou seja, não foram coletados junto aos professores e coordenadores de área.

O protótipo foi implementado na linguagem de programação orientada a objetos Borland DELPHI 4.0, utilizando a *shell* de Sistema Especialista Expert SINTA.

5.2. A *SHELL* EXPERT SINTA

Segundo NOGUEIRA (1998), visando uma melhor viabilidade econômica na implementação de um Sistema Especialista, e considerando-se que diversos sistemas compartilham a mesma máquina de inferência, e outras características comuns do ambiente, foram criadas as ferramentas *shells*, aptas a realizar muito do trabalho necessário para transpor o conhecimento de um especialista para um sistema especialista.

Essas ferramentas *shell*, permitem que o criador do sistema se preocupe somente com a representação do conhecimento dos especialistas, deixando para a *shell* a tarefa de interpretar o conhecimento representado e executá-lo em uma máquina.

Assim, a *shell* Expert SINTA é definida como uma ferramenta computacional que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para geração automática de sistemas especialistas, utilizando um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades, (NOGUEIRA *et al.* 1998).

A escolha desta *shell* deu-se pelos seguintes motivos:

- a *shell* ExSINTA foi desenvolvida em Borland Delphi, facilitando assim a troca de dados entre ExSinta e DELPHI;
- tem suporte visual de fácil operação;
- fácil manipulação das bases de conhecimento;
- permite a inclusão de *hipertextos* explicativos sobre as possíveis soluções encontradas;
- fornece opções para tratamento probabilístico do problema de forma transparente.

5.3 A APLICAÇÃO

O modelo apresentado na presente dissertação, foi aplicado num protótipo, onde na sua base de dados foi armazenado dados coletados de livros, Internet e bibliografias afins, ou seja, não foram coletados junto aos especialistas professores e coordenadores de área.

O protótipo tem como objetivo mostrar a viabilidade do modelo proposto. O qual apresenta uma lista de disciplinas que possuem os conhecimentos necessários ao usuário/aluno cursar a grade de créditos no seu curso de mestrado ou doutorado.

O protótipo SOED tem como interface introdutória a figura abaixo onde o usuário/aluno pode Sair, pedir Ajuda, ou simplesmente Iniciar sua consulta através do sistema.



FIGURA 8: INTERFACE DE ABERTURA DO SOED.

Após iniciar o sistema o usuário/aluno deve entrar com os seus dados como: Curso, Área de Concentração e Linha de Pesquisa, para que o sistema possa selecionar todos os conhecimentos necessário para a Área escolhida e os graus de importância dos conhecimentos para a Linha de Pesquisa escolhida.

Podemos observar na figura abaixo, um exemplo, onde o usuário/aluno seleciona os seguintes dados:

Curso: Engenharia de Produção e Sistemas;

Área de Concentração: Inteligência Aplicada;

Linha de Pesquisa: Inteligência Computacional Híbrida

Sistema de Orientação à Escolha de Disciplinas

Nos itens abaixo escolha a sua opção

Cursos: Engenharia de Produção e Sistemas

Áreas de Concentração: Inteligência Aplicada

Linhas de Pesquisa:

- Aprendizado computacional em Sistemas Complexos
- Controle Inteligente
- Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Conhecimento
- Engenharia Cognitiva
- Inteligência Artificial Aplicada à Finanças
- Inteligência Computacional Híbrida
- Reconhecimento de Padrões**
- Tratamento de Incerteza em Sistemas Complexos

Atenção:
Selecione aqui o Curso, a Área de Concentração e a Linha de Pesquisa a qual você pertence. Em seguida clique no botão "Verificar Conhecimento".

Sair Checar Conhecimento

FIGURA 9: TELA DE ESCOLHA DAS OPÇÕES DO ALUNO

Após o usuário selecionar os seus dados, o sistema irá verificar quais os conhecimentos para a área de concentração escolhida e apresentar ao usuário para que ele possa indicar quais destes tópicos ele já sabe, e para que o sistema a partir daí faça uma seleção dos conhecimentos que o usuário não conhece mas necessita aprender, devido o seu objetivo e linha de pesquisa escolhida.

Neste caso, o usuário vai selecionando dentro da lista de conhecimentos apresentada, quais os tópicos ele não conhece, vejamos um exemplo na figura abaixo, onde a linha de pesquisa escolhida pelo usuário foi Inteligência Computacional Híbrida, e o aluno selecionou os seguintes tópicos.

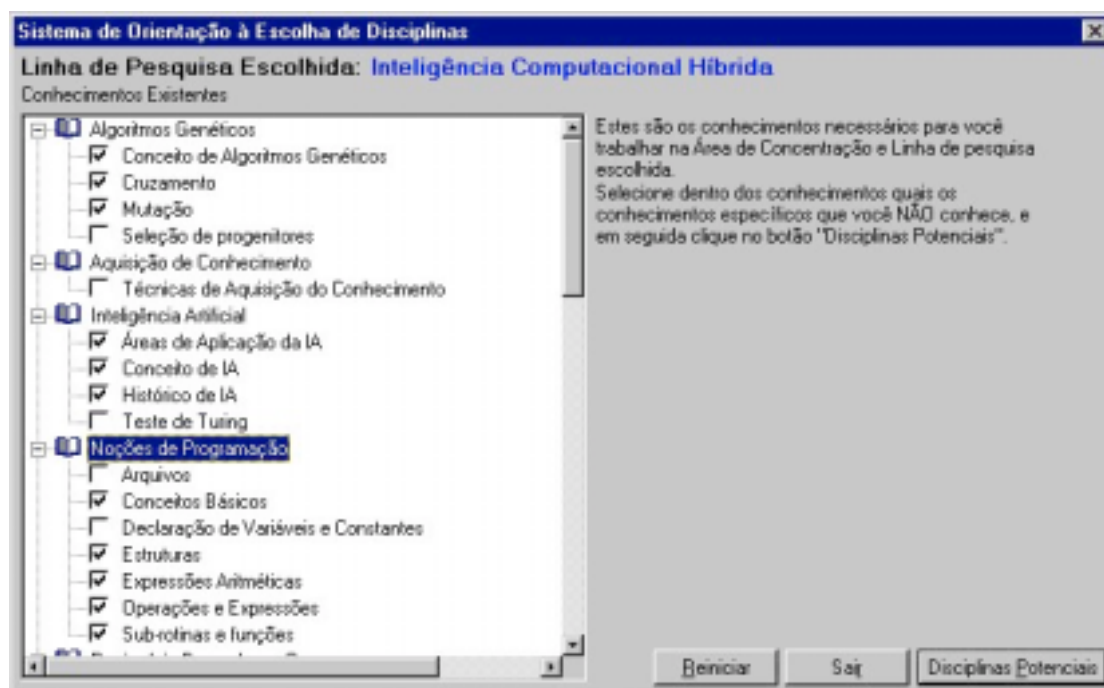
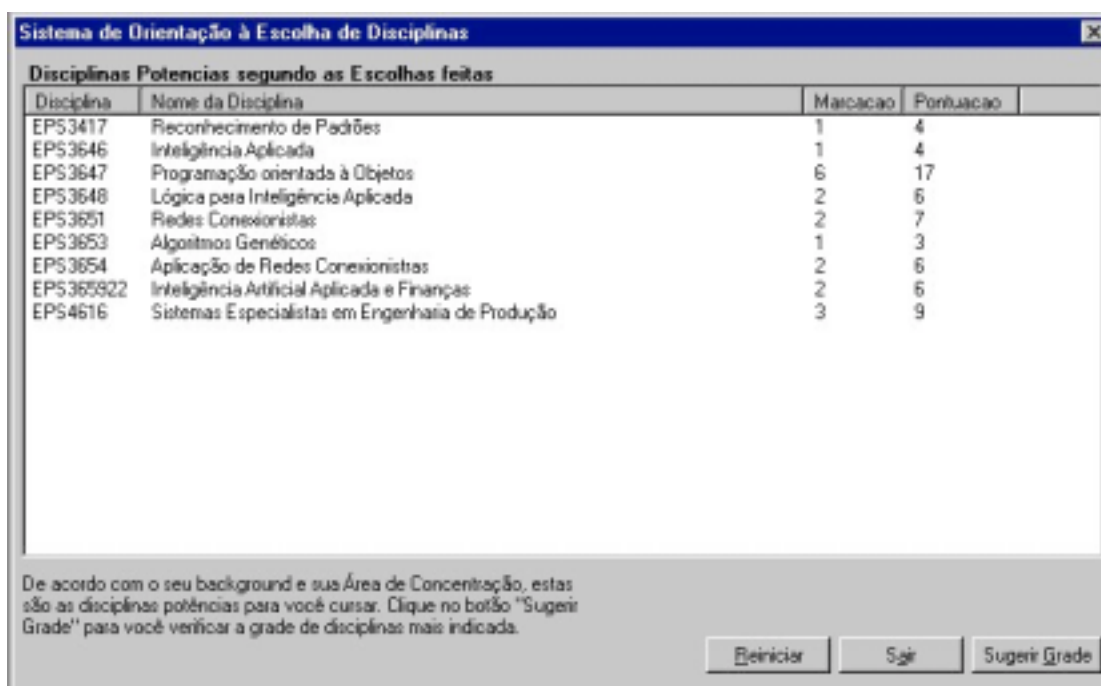


FIGURA 10: TELA PARA O ALUNO SELECIONAR OS TÓPICOS QUE NÃO CONHECE

Pode acontecer de o usuário não conhecer nenhum tópico ou até mesmo conhecer todos, mesmo assim o sistema sugere algumas disciplinas a este aluno, de acordo com sua área de concentração, pelo fato de o aluno ter que cursar um certo número de créditos.

Após o usuário indicar quais os tópicos que não conhece, e clica no botão “Disciplinas Potenciais”, e o sistema apresenta uma lista de disciplinas potenciais, ou seja, as que são prováveis que o aluno deverá cursar. As quais possuem um ou mais tópicos que o usuário/aluno precisa aprender, e quanto mais o tópicos esta disciplina tiver, mais importante ela vai ser para este usuário. Podemos observar na tela abaixo uma lista de disciplinas que possuem os tópicos necessário para este usuário.



Disciplina	Nome da Disciplina	Marcação	Pontuação
EPS3417	Reconhecimento de Padrões	1	4
EPS3646	Inteligência Aplicada	1	4
EPS3647	Programação orientada à Objetos	6	17
EPS3648	Lógica para Inteligência Aplicada	2	6
EPS3651	Redes Conexionistas	2	7
EPS3653	Algoritmos Genéticos	1	3
EPS3654	Aplicação de Redes Conexionistas	2	6
EPS365922	Inteligência Artificial Aplicada e Finanças	2	6
EPS4616	Sistemas Especialistas em Engenharia de Produção	3	9

De acordo com o seu background e sua Área de Concentração, estas são as disciplinas potenciais para você cursar. Clique no botão "Sugerir Grade" para você verificar a grade de disciplinas mais indicada.

FIGURA 11: LISTA DE DISCIPLINAS POTENCIAIS

A tela apresenta as disciplinas potenciais e o número de tópicos que o aluno marcou para aquela disciplina ser escolhida, e ainda, a pontuação que esta disciplina ganhou, de acordo com os tópicos que ela possui e o aluno precisa conhecer.

Depois de verificadas as disciplinas que possuem os conhecimentos necessário o sistema através da técnica de IA verificará, se as disciplinas indicadas possui pré-requisito, se foi indicado mais de uma disciplina com os mesmos conhecimentos, entre outros conflitos que pode haver na lista de disciplinas apresentada ao usuário.

Conforme podemos observar abaixo, através da *shell* Expert SINTA, as regras de produção, filtram as disciplinas potências, para que seja ainda mais coerente a lista de disciplinas indicada ao usuário/aluno. Podemos então observar algumas regras que foram utilizadas na aplicação do modelo proposto na figura 12.

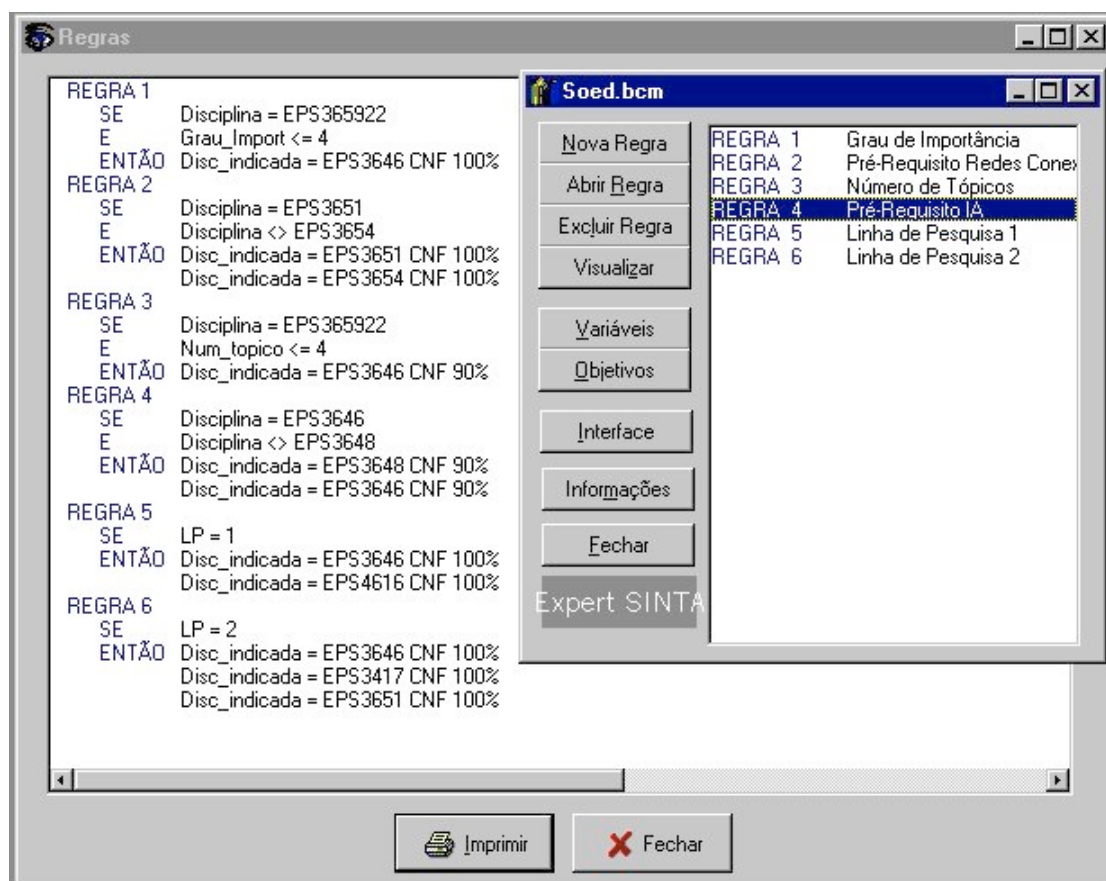


FIGURA 12: REGRAS DE PRODUÇÃO - ExSINTA

Assim o sistema, depois de verificar todos os conflitos, apresenta ao usuário/aluno uma lista de disciplinas com, todos os seus dados como: número de créditos, professor, local, hora, trimestre que vai ser ministrada.

Para finalizar a explanação da aplicação do modelo proposto nesta dissertação, cabe comentar que, regras de produção ou ainda dados de disciplinas e/ou áreas de concentração, podem ser são facilmente acrescentados devido a facilidade de uso da *shell* escolhida.

Quanto a continuidade do protótipo, sugestões e melhorias para possíveis trabalhos futuros serão apresentados no capítulo a seguir.

5.4 CONCLUSÃO

Este capítulo propôs-se apresentar uma aplicação do modelo proposto na presente dissertação.

Um protótipo do Sistema de Orientação à Escolha de Disciplinas – SOED. Sistema no qual, auxilia alunos do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção na escolha das disciplinas, no seu curso de mestrado e/ou doutorado. Este protótipo foi desenvolvido com uma base de dados fictícia, sendo apenas para mostrar a viabilidade do modelo proposto.

Com esta aplicação percebeu-se a importância de um Sistema Inteligente que auxilie professores e alunos na hora da escolha das disciplinas à serem cursadas, para que as mesmas sejam mais coerentes com o seu objetivo de estudo. E com isto torna-se o aprendizado mais interessante e motivador para o aluno.

No capítulo a seguir apresentamos as conclusões do presente trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES

Este capítulo tem como objetivo apresentar as principais conclusões derivadas do desenvolvimento deste trabalho, e as recomendações para a elaboração de trabalhos futuros.

6.1 Considerações Finais

Com esta dissertação buscou-se a construção de um modelo de sistema inteligente para auxiliar, de forma simples e clara, alunos e professores a obter quais tópicos serão essenciais para que o usuário/aluno aprenda no seu curso, de acordo com o seu conhecimento e objetivo desejado.

Para alcançar este objetivo foi necessário inicialmente uma pesquisa bibliográfica quando as mudanças de paradigmas no ensino e a utilização de novas tecnologias de informação, e ainda os fatores que influenciam na autonomia dos indivíduos, como as necessidades particulares de cada um. Com percebeu-se que existem diferentes correntes de pensamento que diferem no processo de ensino e aprendizagem com o uso das novas Tecnologias de Informação.

Podemos deduzir com este trabalho que o computador e todas as tecnologias de informação utilizadas não substitui a educação formal. Estes instrumentos computacionais tendem a trazer mudanças em sua essência, mas o papel humano na educação, baseado na figura do professor ainda é insubstituível. Os valores humanos, a figura e a presença do professor são necessárias ao aprendizado, porém o educador neste processo terá que repensar sua postura diante destas novas ferramentas de trabalho.

E com a ajuda de todas as tecnologias de informação, o educador deve mudar sua postura e passar a ser um facilitador do aprendizado, e o

aluno, deverá ser tratado de forma autônoma e personalizada, aprendendo o que tem interesse, e sendo o construtor do seu próprio conhecimento.

Para elaboração do modelo proposto, inicialmente foi necessário introduzir conceitos básicos de Inteligência Artificial e suas principais ferramentas, dando uma atenção especial aos Sistemas Especialistas. Porém a criação deste modelo suscitou muitas dúvidas principalmente por se tratar de um trabalho inovador.

Com base na metodologia proposta de organização dos conhecimentos a serem selecionados pelo aluno, trata-se de um modelo com grande viabilidade de ter uma implantação bem sucedida.

Além disso, propôs-se com este trabalho mudanças curriculares nos cursos em geral. Entretanto estas mudanças tendem a ser significativas no processo de ensino-aprendizagem e necessitam de um determinado tempo para serem incorporadas aos poucos pela comunidade acadêmica. Sendo que, o modelo proposto vem atender as instituições de ensino que buscam uma educação mais personalizada e autônoma.

Neste trabalho procurou-se delinear os primeiros passos para se pensar num sistema de informações que auxilie professores, alunos e ainda coordenadores de área, dentro da realidade do nosso sistema de ensino.

A partir da importância apresentada, de um sistema inteligente que auxilie professores e alunos na sua educação cada vez mais individual e personalizada, acreditamos que seja possível e necessário um aprofundamento em pesquisas futuras que contemplem a estrutura e trabalhem em um processo de aplicação e validação do modelo proposto.

6.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Os conhecimentos produzidos a partir deste trabalho representam o ponto de partida, recomenda-se assim a continuidade desta pesquisa, inicialmente sugere-se aplicar o modelo proposto na presente dissertação, em alguma instituição educacional adaptando-o de acordo com as necessidades da instituição.

Uma outra possibilidade de continuidade do trabalho apresentado nesta dissertação consiste ainda fazer uma avaliação do modelo proposto, em cima da aplicação feita em alguma instituição de ensino.

Recomenda-se também, a realização de novas pesquisas na área de informática educativa, utilizando-se os recursos da Inteligência Artificial, tendo em vista a evolução rápida que envolve as tecnologias da comunicação e informação e produtos de ensino auxiliado por computador.

A seguir apresentaremos as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Maria E. B. **Informática na escola: da atuação à formação de professores.** [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.divertire.com.br/> (07/10/99)
- BARR, A., FEIGENBAUM, E.A. **The Handbook of Artificial Intelligence.** Reading, MA: Addison-Wesley, 1982. v. 2.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. **Secretaria de Educação Fundamental. Brasília:** MEC/SEF, 1997.
- BREDEWEG, B. & WINKELS R. **Qualitative Models in Interactive Learning Environments: an Introduction.** Interactive Learning Environments, pages 1-18, volume 5, 1998.
- BURUFFI, Helder. **A Comunicação no Espaço Educativo – uma Abordagem a partir das Relações Trabalho-Educação.** UFMS, 1998.
- CASAS, Luis Alberto A. , **Modelagem de uma Ambiente Inteligente para a Educação Baseado em Realidade Virtual.** UFSC, Florianópolis - 1998.
- CAMPOS, Gilda Helena B.; CAMPOS, Fernanda C. A.; ROCHA, Ana R. C. da. Um Ambiente Educacional por Computador: Paradigmas, Ciclo de Vida e Avaliação da Qualidade. **Congresso Nacional de Informática para Educadores de los Niveles Inicial, Primario Y Medio.** Mendoza, República Argentina, Setembro/1993.
- CHAIBEN, Hamilton. **Inteligência Artificial na Educação.** [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed.htm> (08/08/99)

- CORDEIRO, J. S. **Estrutura Curricular e Propostas Inovadoras**. [online]
Disponível na Internet via WWW. URL:
<http://www.engenheiro2001.org.br/programas/971228a1.htm> (30/03/99)
- COSTA, Marcelo Thiry C. da. **Uma Arquitetura Baseada em Agentes para Suporte ao Ensino à Distância**. UFSC, Florianópolis – abril de 1999.
- DIMENSTIEN, G. Exigências dificultam mudanças curriculares. **Jornal O Estado de São Paulo**, março, 1999).
- DELPIZZO, Vanessa L. F. **Prescrição de Atividades Físicas através do uso da Inteligência Artificial**. UFSC, Florianópolis – Janeiro de 1998.
- DURKIN, John. **Expert Systems: design and development**. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- FELDER, Richard de. **Matters of Style**. ASEE Prism. Dezembro, 1996.
- FERES, L. M. Chein. **Novas Tecnologias no Processo Educacional**.
[online] Disponível na Internet via WWW. URL:
<http://www.eca.usp.br/eca/prof/moran/chein.htm> (12/11/98).
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 18 edição, 1988.
- GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- GATES, Bill. **A estrada do futuro**. São Paulo, Companhia das Letras, 1995.
- HANNA, D. E., **Educação Superior em uma era de Competição Digital: Modelos Organizacionais Emergentes**. Universidade de Wiscousin, Madison, WI, 1998.
- HART, A. **Knowledge Acquisition to Expert System**, London, 1986.

HAYKIN, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. Macmillan College Publishing Company, New York, 1994.

RAVET, S.; LAYTE M. **Technology-Based Training**. England, Kogan Page Limited, 1997

KANDEL, Abraham; et alli. **Fuzzy Expert System Tools**. England: John Wiley & Sons Ltd., 1996.

KOEHLER, C. **Uma Abordagem Probabilística para Sistemas Especialistas**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1998.

LEITE, Silva L.; VIEIRA, S. L. Maria; SAMPAIO, N. Marisa. Atividades não Presenciais: Preparando o Aluno para a Autonomia. **Revista Tecnologia Educacional** - v. 26 (141) Abr./Mai./Jun. - 1998.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da Inteligência**. São Paulo: Editora 34, 1996.

LITWIN, Edith. **Tecnologia Educacional: política, história e propostas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MAZZUCCO, Marcos M. **Implementação de um Controlador Preditivo baseado em um Modelo Neural associado a um Sistema Especialista**. UFSC, Florianópolis, março - 1997.

MORAN, J. M. A Escola do Amanhã: Desafio do Presente, Educação, Meio de Comunicação e Conhecimento. **Revista Tecnologia Educacional** - v. 22 (113/114) Jul./Out. - 1993.

_____. **Desafios da Internet para o Professor**. [online] Disponível na Internet via WWW. URL:
<http://www.eca.usp.br/eca/prof/moran/desafio.htm> (10/10/98).

- _____. **Novas Tecnologias e o Reencantamento do Mundo**. [online]
Disponível na Internet via WWW. URL:
<http://www.eca.usp.br/eca/prof/moran/novtec.htm> (10/10/98).
- NACCARI, D.; BATISTOTTI, C. E. **Internet: Além do Acesso a Informação**. 1997.
- NOGUEIRA, José H. Matos; SILVA, Ricardo B. de Andrade; ANCÂNTARA, João F. L.; ANDRADE, Rafael C. de. **Expert SINTA: Uma Ferramenta Visual Geradora de Sistemas Especialistas**. LIA/UFC-UECE, 1998.
- OLIVER R., OMARI, a. e KNIBB, K. **I Creating Collaborative Computer-Based Learning Environments With The World Wide Web**. ASCILITE'97, December, 1997.
- PASSARELLI, B. Hipermídia na Aprendizagem Construção de um Protótipo Interativo: A Escravidão no Brasil. **Revista Tecnologia Educacional** - v. 22 (113/114) Jul./Out. - 1993.
- PLAZA, E., AAMODT, A.. Case-Based Reasoning: Foundational Issues. Methodological Variations, and System Approaches. **AI Communications**, 7(1), 39-59,1994.
- RABUSKE, R. A., **Inteligência Artificial**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- RAMOS, Anália S. M. **Estágio da Difusão das Tecnologias da Internet em Organizações Acadêmicas**. UFRN – Programa de Pós-graduação em Administração, 1997.
- RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Inteligência Artificial**. São Paulo: Makron Books, 1993.
- Rede Nacional de Pesquisa - MCT/CNPq. [online] Disponível na Internet via WWW. URL <http://www.rnp.gov.br> (30/09/99).

- RODRIGUES, R. S. **Modelo de Avaliação para Cursos no Ensino a Distância: estrutura, aplicação e avaliação**. UFSC, Florianópolis, maio – 1998.
- RUSSEL S. & NORVIG P., **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, Prentice Hall Inc, 1995.
- SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e Interdisciplinariedade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médica, 1998.
- SANTOS, M. dos. **Internet2, RNP2, Campinas na Rota**. Unicamp Julho, 1999.
- SCHANK, R.C. & CLEARY, C. **Engines for Education**. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1995.
- _____. **Virtual Learning: A Revolutionary Approach to Building a HighlySkilled Wordforce**. Ed. McGraw-Hill. New York, NY, USA. 1997.
- SEABRA, Carlos. **Uma Nova Educação para Uma Nova Era**. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.divertire.com.br/> (1998)
- TEIVE, Raimundo C. G. **Planejamento da Expansão da Transmissão de Sistemas de Energia Elétrica utilizando Sistemas Especialistas**. UFSC, Florianópolis, março - 1997.
- VALENTE, José Armando. Informática na educação: conformar ou transformar a escola. **Revista Perspectiva**, ano 13 nº 24, Jun/Dez 1995. (Pág. 41-49) Florianópolis, SC Ed. da UFSC, 1995.
- WATERMAN, D. A. **A Guide to Expert System**. Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
- WEBER, R.. **Intelligent Jurisprudence Research**. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1998.

SHEBLE', G. B.; WALTERS, D. C. Genetic algorithm solution of economic dispatch with valve point loading. **IEEE Trans. on PS.**, Vol. 8, No. 3, august 1993, p. 1325-1332.